

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Ricardo Girardi Frosi

SISTEMA PARA CONTROLE DE AMBIÊNCIA EM  
GALPÕES DE SUINOCULTURA – FASE TERMINAÇÃO

Passo Fundo

2017

Ricardo Girardi Frosi

SISTEMA PARA CONTROLE DE AMBIÊNCIA EM  
GALPÕES DE SUINOCULTURA – FASE TERMINAÇÃO

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Elétrica, da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista, sob orientação do professor Me. Joan Michel Levandoski.

Passo Fundo

2017

Ricardo Girardi Frosi

**Sistema para controle de ambiência em galpões de Suinocultura - Fase Terminação**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Elétrica, da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista, sob orientação do professor Me. Joan Michel Levandoski.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Joan Michel Levandoski - UPF

---

Prof. Dr. Jocarly Patrocínio de Souza - UPF

---

Prof. Me. Amauri Fagundes Balotin - UPF

Este trabalho é dedicado a meus pais, Itacir Frosi e Marilde Terezinha Girardi Frosi, e a minha irmã Eng. Clarissa Girardi Frosi, que com muito trabalho, sempre acreditaram no meu potencial e auxílio nas horas que precisei.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos a todos os amigos que fiz na Universidade de Passo Fundo, em especial ao senhor Rodrigo B. Busato, pelos ensinamentos e experiências de vida por ele passadas. Agradeço também a todos os professores do curso pela paciência em ministrar suas aulas e nos momentos de incompreensão, em especial ao Professor Joan, por me aceitar como aluno orientando, e antes disso pela amizade e ensinamentos. Agradeço também a minha namorada Tamires, pela compreensão dos momentos que tive de trocá-la pelo estudo as provas e trabalhos, e por ultimo aos amigos do Diretório Acadêmico o qual fiz parte por 3 anos, pelos conhecimentos adquiridos e experiências em lutar pelo o que é certo.

"Não conheço nenhuma fórmula infalível para obter o sucesso, mas conheço uma forma infalível de fracassar: tentar agradar a todos".

John F. Kennedy

## RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de controle de ambiência para galpões de Suinocultura na etapa terminação ou engorda, o sistema monitora a temperatura interna e externa do galpão, bem como a umidade do ar, o acúmulo de gás amônia(NH<sub>3</sub>) e a direção do vento incidente no galpão. A partir desses dados e considerando o propósito estabelecido para cada uma das variáveis monitoradas o sistema atua com o intuito de proporcionar uma ambiência adequada aos suínos alojados. Para os testes e a demonstração do funcionamento do sistema foi desenvolvido um protótipo em escala menor, que um galpão real. Nele foram instalados sensores de temperatura interno e externo, um sensor de temperatura e umidade, e um sensor de gás Amônia(NH<sub>3</sub>), além de ser desenvolvido um sensor pra medição da direção de vento. Também foram instalados dois motores para demonstrar o movimento das cortinas, e sensores magnéticos para realizar o posicionamento das mesmas. Para o sistema de ventilação foram instalados 4 ventiladores nas janelas das extremidades do protótipo.

Palavras-Chave: Bem-estar, Temperatura, Umidade.

## ABSTRACT

This work presents the development of an ambience control system for swine sheds in the finishing or fattening stage, the system monitors the internal and external temperature of the shed, as well as air humidity, ammonia gas accumulation (NH<sub>3</sub>) and direction of the wind incident in the shed. From these data and considering the established purpose for each of the monitored variables the system acts in order to provide an adequate environment for the housed pigs. For the tests and the demonstration of the operation of the system a prototype was developed in smaller scale, than a real shed. In it were installed internal and external temperature sensors, a temperature and humidity sensor, and an Amonia gas sensor (NH<sub>3</sub>), in addition to the development of a sensor for wind direction measurement. Two motors were also installed to demonstrate the movement of the curtains, and magnetic sensors to perform the positioning of the same. For the ventilation system, four fans were installed in the windows at the ends of the prototype.

Key words: Well-being, Temperature, Humidity.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sensor de Umidade Capacitivo.....	27
Figura 2 - Estrutura De Um Sensor Eletroquímico De Medição De Monóxido De Carbono..	30
Figura 3 - Funcionamento Sensor Magnético do tipo Reed Switch.....	32
Figura 4 - Protocolo de Comunicação <i>1-WIRE</i> <sup>TM</sup> - DHT22/AM2303 .....	33
Figura 5 - Diagrama Ilustrando um Barramento I <sup>2</sup> C.....	34
Figura 6 - Diagrama Geral Ilustrando o Fluxo de Endereço e Dados em um Barramento I <sup>2</sup> C.	34
Figura 7 - Fluxograma de Funcionamento do Sistema Autônomo.....	36
Figura 8 - Cortinas no Modo Aberto .....	39
Figura 9 - Cortinas no Modo 25% Fechado .....	39
Figura 10 - Cortinas no Modo 50% Fechado .....	40
Figura 11 - Cortinas no Modo 75% Fechado .....	40
Figura 12 - Cortinas no Modo Fechado.....	41
Figura 13 - Kit Arm EK - TM4C123GXL .....	42
Figura 14 - Circuito Kit Arm.....	43
Figura 15 - Circuito do RTC.....	44
Figura 16 - Circuito Demonstrativo de Multiplexação de Canais.....	45
Figura 17 - Circuito de Interface de Usuário.....	46
Figura 18 - Fluxograma de Funcionamento do Menu de Ajustes .....	48
Figura 19 - Fluxograma de Funcionamento do Menu de Movimentação das Cortinas .....	50
Figura 20 – a) Circuito Eletrônico. b) Figura Ilustrativa do Sensor DHT22.....	51
Figura 21 – a) Circuito Eletrônico. b) Figura Ilustrativa do Sensor LM35.....	52
Figura 22 - Sistema de Nebulização Existente.....	53
Figura 23 - Circuito de Acionamento Bomba de Umidificação.....	55
Figura 24 a) - Ventilador Utilizado no Protótipo. b) - Ventilador Utilizado no Galpão de Base ao Trabalho.....	56
Figura 25 - Circuito Eletrônico e Figura Ilustrativa do Sensor MQ – 135.....	57
Figura 26 - Sistema de Movimentação da Cortina.....	58
Figura 27 - Motor DC BOSCH AHC 12V 0 390 201 989 .....	59
Figura 28 - Circuito de Acionamento do Motor da Cortina .....	60
Figura 29 - Sensor de Direção do Vento – a) Placa de Aquisição; b) Detalhe da Haste Comutadora; c) Vista Lateral; d) Circuito Elétrico da Placa de Aquisição.....	62

Figura 30 a) Circuito de Codificação do Sinal b) - Circuito de Condicionamento de Sinal do Sensor de Direção do Vento .....	65
Figura 31 - Termostato – Higrostatato da Marca SOLOTEST .....	67
Figura 32 - Teste do Sensor DHT22.....	68
Figura 33 - Teste do Sensor DHT22.....	68
Figura 34 - Teste do Sensor de Temperatura LM35.....	69
Figura 35 - Teste de Gás, no Bocal de Saída do Biodigestor. Início do Teste.....	70
Figura 36 - Teste de Gás, no Bocal de Saída do Biodigestor. Valor Máximo Obtido. ....	71
Figura 37 - Circuito Microcontrolador Principal, Sensores, Interface do Usuário do Circuito Principal.....	84
Figura 38 - Circuito Codificador e Condicionador de Sinal do Sensor de Direção Vento. ....	85
Figura 39 - Circuito Interno do Sensor de Direção de Vento.....	86
Figura 40 - Circuito de Acionamento da Bomba da Água da Nebulização e do Sistema de Ventilação.....	87
Figura 41 - Circuito de Acionamento dos Motores de Ambas as Cortinas.....	88
Figura 42 – Circuito Esquemático Completo Placa Secundária.....	89
Figura 43 - Cortinas no Modo Aberto .....	90
Figura 44 - Cortinas no Modo 25% Fechado .....	90
Figura 45 - Cortinas no Modo 50% Fechado .....	91
Figura 46 - Cortinas no Modo 75% Fechado .....	91
Figura 47 - Cortinas no Modo Fechado.....	92
Figura 48 - Janelas no Modo Fechado.....	93
Figura 49 - Janelas no Modo Aberto .....	93
Figura 50 - Circuito Instalado.....	94
Figura 51 - Circuito Sem os Cabos.....	94
Figura 52 - Circuitos Posicionamento .....	95
Figura 53 – Placa de Circuito Impresso(PCI) Circuito Principal .....	96
Figura 54 - Circuito De Acionamento das Cargas ( Potência) .....	96
Figura 55 - PCI Circuito de Multiplexação das Cortinas .....	97
Figura 56 - PCI Circuito de Codificação do Sensor de Vento.....	97
Figura 57 - PCI Circuito PCI Chaves Menus .....	98
Figura 58 – PCI Circuito Sensor de Vento .....	98
Figura 59 - Vista Frontal, Motores e Ventiladores.....	99
Figura 60 - Vista Posterior, Ventiladores.....	100

Figura 61 - Sensor Magnético de Posição das Cortinas. ....	101
Figura 62 - Folha 1 Lote 1 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base.....	103
Figura 63 - Folha 2 Lote 1 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base. <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Figura 64 - Folha 3 Lote 1 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base.....	104
Figura 65 - Folha 1 Lote 2 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base.....	105
Figura 66 - Folha 2 Lote 2 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Figura 67 - Folha 3 Lote 2 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base.....	106
Figura 68 - Folha 1 Lote 3 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base.....	107
Figura 69 - Folha 2 Lote 3 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Figura 70 - Folha 3 Lote 3 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base.....	108

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições Térmicas Recomendadas Para Suínos de Crescimento e Terminação. .	23
Tabela 2 - Respostas Fisiológicas de Suínos Mantidos em Temperatura de Conforto Térmico (21°C) e de Estresse Por Calor (32°C).....	24
Tabela 3 – Correspondência Das Direções da Rosa dos Ventos, com o Codificador de Diodos. ....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS

A – Corrente Elétrica.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal.

ARM – Advanced RISC Machine.

CNA Brasil – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil.

EU – União Europeia.

FAWC – Conselho de Bem-estar do Animal de Fazenda – Grã-Bretanha.

h – hora.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC – Inter - Integrated Circuit.

MIT – Motor de Indução Trifásico.

m – metros.

NTC - Termistor de Coeficiente Negativo de Temperatura.

PCI – Placa de Circuito Impresso

ppm – partícula por milhão.

PTC – Termistor de Coeficiente Positivo de Temperatura.

RTC – Real Time Clock

RTD – Resistance Temperature Detector.

PTFE – Poli Tetra Flúor Etileno.

V – Tensão Elétrica.

$\mu$ C – Microcontrolador.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1 OBJETIVOS .....	18
<b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	19
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	19
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
2.1 O BEM-ESTAR ANIMAL NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL .....	21
<b>2.1.1 O Bem-Estar na Suinocultura .....</b>	<b>21</b>
2.2 TEMPERATURA E UMIDADE NA SUINOCULTURA .....	23
<b>2.2.1 Estresse por Alta temperatura .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.2 Estresse por Frio .....</b>	<b>24</b>
2.3 SENSORES DE TEMPERATURA E UMIDADE .....	25
<b>2.3.1 Sensores de Temperatura .....</b>	<b>25</b>
2.3.1.1 <i>Termistores</i> .....	25
2.3.1.2 <i>Termopares</i> .....	25
2.3.1.3 <i>Os Sensores Eletrônicos</i> .....	25
<b>2.3.2 Sensores de Umidade .....</b>	<b>26</b>
2.3.2.1 <i>Sensores de Umidade Capacitivos</i> .....	26
2.4 VENTO E O AR .....	27
<b>2.4.1 Ventilação nos Galpões de Suinocultura .....</b>	<b>28</b>
2.5 GÁS E POEIRA .....	29
<b>2.5.1 Sensores Eletroquímicos para Gases .....</b>	<b>29</b>
2.6 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO E VENTILAÇÃO .....	30
2.7 SENSORES DE POSIÇÃO .....	31
<b>2.7.1 Encoder .....</b>	<b>31</b>

<b>2.7.2 Sensores Magnéticos do Tipo Reed-Switch</b> .....	<b>31</b>
<b>2.7.3 As Chaves Fim de Curso</b> .....	<b>32</b>
2.8 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO <i>1-WIRE™</i> .....	32
2.9 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO <i>I<sup>2</sup>C</i> .....	33
2.10 MICROCONTROLADOR.....	35
<b>3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO</b> .....	<b>36</b>
3.1 FIRMWARE.....	37
<b>3.1.1 Funcionamento do Firmware</b> .....	<b>37</b>
3.2 CENTRAL DE PROCESSAMENTO .....	41
<b>3.2.1 Real Time Clock – RTC</b> .....	<b>43</b>
<b>3.2.2 Circuito de Multiplexação</b> .....	<b>44</b>
3.3 INTERFACE DE USUÁRIO .....	45
<b>3.3.1 Modo de Ajuste e Operação</b> .....	<b>47</b>
<b>3.3.2 Modo de Movimentação das Cortinas</b> .....	<b>48</b>
3.4 SENSOR DE TEMPERATURA E UMIDADE.....	50
3.5 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO .....	52
<b>3.5.1 Sistema Existente</b> .....	<b>52</b>
<b>3.5.2 Sistema Autónomo de Umidificação</b> .....	<b>53</b>
3.6 CIRCUITO SISTEMA DE VENTILAÇÃO .....	55
3.7 SENSOR DE GÁS .....	56
3.8 MOVIMENTAÇÃO DAS CORTINAS .....	57
<b>3.8.1 Motor e Redução</b> .....	<b>58</b>
<b>3.8.2 Sensor de Posição</b> .....	<b>60</b>
<b>3.8.3 Sistema de Segurança para Falta de Energia no Sistema</b> .....	<b>61</b>
<b>3.8.4 Sistema de Monitoramento do Vento</b> .....	<b>61</b>
<i>3.8.4.1 Circuito de Codificação do Sinal</i> .....	<i>63</i>
<i>3.8.4.2 Circuito de Condicionamento do Sinal</i> .....	<i>64</i>

3.9 CIRCUITO DE REDUNDÂNCIA.....	65
<b>4 Resultados E DISCUSSÕES.....</b>	<b>67</b>
4.1 SENSOR DE UMIDADE E TEMPERATURA DHT22 .....	67
4.2 SENSOR DE TEMPERATURA LM35 .....	69
4.3 SENSOR DE GÁS MQ-153.....	69
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE A – BIBLIOTECA DISPLAY 4x20/TECLADO 4x4.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE B – CIRCUITOS ELÉTRICOS.....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE C – IMAGENS DO PROTÓTIPO .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO A – FECHAMENTO DOS 3 ÚLTIMOS LOTES ENTREGUES.....</b>	<b>102</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A carne suína é a mais consumida no mundo, e atualmente o Brasil é o 4º maior produtor mundial, 4º maior exportador e também é o 5º maior consumidor dessa carne (DE ZEN; ORTELAN; DEBATI, 2015). O maior produtor de carne suína é a China que em 2016 produziu 52.990mil toneladas, já o Brasil produziu 3.731mil ton., porém apenas 732,9mil ton. foram exportadas, isso representa 19,6% da sua produção (ABPA, 2017). Vale ressaltar que em 2015 foram exportados 555mil toneladas (ABPA, 2016). A região sul do Brasil, sozinha representa 69,3% da produção total do Brasil, e o estado de Santa Catarina o maior produtor, os estados da região sul também são os maiores exportadores com 81,3% do total exportado pelo país. O país com a maior importação de carne suína brasileira é a Rússia com 245 mil ton. e esse número representa 93% do total importado por eles. Com base em todos esses dados pode-se verificar a importância da carne suína para o Brasil e para seus estados produtores.

Este grande mercado é cada vez mais competitivo e procura melhorar os métodos utilizados tanto no abate dos suínos quanto antes ainda em sua criação, visando proporcionar um bem-estar aos animais. Segundo a CNA-BRASIL (2016), a União Europeia, já vem negociando para incluir em todos os seus contratos o bem-estar animal, mesmo o Brasil não exportando carne suína para lá, essas ações acabam refletindo aqui, pois outros mercados podem seguir nessa mesma linha, forçando governos e empresas a adotar medidas que garantam o bem-estar de seus rebanhos. Seguindo nessa linha, o Brasil acaba de criar uma nova lei (Lei 13288/16), a qual regulamenta a atividade de integração entre produtores rurais (Suinocultores) e empresas, e também direciona as empresas e seus produtores integrados a responsabilidade sobre o cuidado legal de seus rebanhos.

Esses produtores integrados, principalmente na região sul, em sua maioria são formados por pequenas propriedades rurais que empregam mão-de-obra tipicamente familiar e alojam não mais que 1000 suínos na fase de crescimento e terminação. As empresas e seus produtores, sempre buscam as melhores maneiras e técnicas de trabalhar com seus rebanhos, sejam por melhoramento genético, novos métodos de manejo da produção, novas fórmulas de rações, remédios que não interfiram na hora do abate, entre outras coisas.

Um dos problemas enfrentados pelos produtores é conseguir que os suínos alojados em sua propriedade, tenham o melhor desempenho possível na conversão do alimento consumido em ganho de peso e carne. Os suínos alojados normalmente enfrentam muitas variações climáticas, mudanças bruscas de temperatura e umidade que lhes deixam em situações fora do

seu conforto térmico, provocando principalmente a redução no consumo de alimento, o que baixa o rendimento produtivo, ou ainda podem provocar doenças que também dificultam o rendimento (KIEFER *et al.*, 2010).

Assim este trabalho visa auxiliar de forma autônoma, suprimir este problema enfrentado pelos produtores, tentando proporcionar um bem-estar aos animais alojados e tentar minimizar as perdas por desconforto térmico ou por acúmulo de gás no galpão de suinocultura.

## 1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são definidos a seguir e se dividem em gerais e específicos.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema autônomo que possa proporcionar uma ambiência adequada para o rebanho suíno, proporcionando um ambiente confortável e livre de estresse aos mesmos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Monitorar a temperatura interna e externa do galpão;
- Monitorar o acúmulo de gás dentro do galpão;
- Monitorar a umidade interna do galpão;
- Monitorar a direção do vento atuante no galpão;
- Atuar nas cortinas laterais do galpão, conforme a necessidade indicada pela leitura obtida nos sensores;
- Permitir um modo de operação manual no sistema de nebulização;
- Atuar no sistema de nebulização conforme a necessidade indicada pelos sensores;
- Atuar no sistema de ventilação conforme a necessidade indicada pelos sensores;
- Estabelecer um modo de operação manual das cortinas através da Interface de Usuário;
- Estabelecer um modo de calibração através da Interface de Usuário.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

No primeiro trimestre de 2017, foram abatidas 10,46 milhões de cabeças de suínos, no Brasil, maior número neste período desde 1997 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, Junho de 2017), ano que começou este levantamento. Sabe-se que as variações climáticas de temperatura e umidade, impostas a criação de suínos em algumas estações do ano, principalmente na região sul, ultrapassam o limite térmico aceitável de conforto animal. Suínos estressados por calor podem consumir até 36% a menos de proteína (ração) e apresentam ainda redução de 46% no ganho de peso, em relação a suínos em temperatura de conforto (KIEFER *et al.*, 2010). Há também a necessidade de monitorar o acúmulo de gás principalmente no inverno, quando em baixas temperaturas faz-se necessário manter as cortinas fechadas, assim, gases acumulados podem interferir no rendimento dos suínos e causar problemas respiratórios. Por isso, monitorar essas variáveis, torna-se cada vez mais importante para melhorar o desempenho do rebanho suíno.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é dividido em cinco capítulos, sendo eles, primeiro capítulo Introdução, o segundo capítulo, Revisão da Literatura, onde se apresentam os conceitos e conhecimentos necessários para desenvolvimento do trabalho bem como se apresentam as explicações técnicas sobre os assuntos abordados e alguns parâmetros mínimos utilizados no como base no trabalho. No terceiro capítulo, Desenvolvimento do Projeto, é apresentado os caminhos e métodos utilizados, também, os sensores escolhidos, central de processamento, os circuitos elétricos, e um fluxograma do funcionamento do sistema como um todo, além de outros dois que demonstram o funcionamento de algumas funções. O quarto capítulo Testes e Discussões são apresentados os testes dos sensores utilizados, e uma breve explicação do resultado obtido. Por fim, o quinto capítulo denominado Considerações Finais, apresenta os resultados e discussões obtidos no decorrer do trabalho, bem como a conclusão do trabalho. Além disso este trabalho contém três apêndices e um anexo. No primeiro apêndice contém uma biblioteca de programação desenvolvida para o protótipo, no segundo apêndice encontra-se todos os circuitos elétricos desenvolvidos, e no terceiro apêndice as imagens do protótipo. No Anexo encontra-se as três fichas de encerramento dos três últimos lotes entregues pelo suinocultor que serviu de base ao trabalho.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os conceitos e conhecimentos necessários para o desenvolvimento do trabalho bem como apresentar algumas explicações técnicas sobre os assuntos abordados e alguns parâmetros mínimos seguidos no trabalho.

### 2.1 O BEM-ESTAR ANIMAL NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

O conceito de bem-estar animal começou a ser aprofundado nos anos 60 na Inglaterra, após a publicação de um livro intitulado “Máquinas Animais” pela inglesa Ruth Harrison, este livro causou grande impacto a população da época, devido a relatar as más condições que eram impostas aos animais em sua criação, isto forçou o governo inglês a criar o Comitê Brambell e posteriormente o Conselho de Bem-estar do Animal de Fazenda (FAWC). Segundo o FAWC (2009) o bem estar animal deve seguir estas cinco liberdades:

- Liberdade de fome e sede, com acesso fácil à água e uma dieta para manter a saúde e vigor;
- Liberdade de desconforto, proporcionando um ambiente adequado;
- Liberdade de dor, lesão e doença, com um manejo consciente evitando o sofrimento do animal, também, por prevenção evitando que fique doente ou diagnóstico rápido e tratamento;
- Liberdade de expressar o comportamento normal, fornecendo espaço suficiente, instalações adequadas e companhia da própria espécie do animal;
- Liberdade de medo e angústia, garantindo condições e tratamento, que evitam o sofrimento mental.

“O bem-estar de um animal inclui seu estado físico e mental. De forma que, quando inserido em um sistema de produção, garantirá que os animais estejam protegidos de sofrimento desnecessário” (NETO, 2014).

#### 2.1.1 O Bem-Estar na Suinocultura

Apesar da importância inquestionável das cinco liberdades, elas apresentam problemas, pois são muito amplas, e algumas se sobrepõem. Assim a União Europeia, criou um projeto de pesquisa onde participaram mais de 40 instituições científicas de quinze países, onde o

Brasil também esteve presente, com duração de 05 anos e iniciado em 2004, sob o nome de Welfare Quality, onde chegaram a quatro princípios iniciais, sendo eles (LUDTKE; CALVO; BUENO, 2014):

- Os suínos são alimentados de forma correta?
- Os suínos são alojados de forma adequada?
- O estado sanitário dos suínos é adequado?
- O comportamento dos suínos reflete um estado emocional adequado?

Esses princípios foram utilizados como ponto de partida para o estabelecimento dos doze critérios de mensuração do bem-estar dos suínos (LUDTKE; CALVO; BUENO, 2014), que são:

1. Ausência de fome prolongada;
2. Ausência de sede prolongada;
3. Conforto em relação à área de descanso;
- 4. Conforto térmico nas instalações;**
5. Facilidade de movimento;
6. Ausência de lesões;
7. Ausência de doenças;
8. Ausência de dor causada por práticas de manejo (castração, corte de cauda);
9. Expressão de comportamento social adequado, de forma que exista um equilíbrio entre os aspectos negativos (como agressividade) e positivos;
10. Expressão adequada de outros comportamentos, de forma que exista um equilíbrio entre os aspectos negativos (como estereotípias) e positivos;
11. Interação adequada entre os animais e seus tratadores, de forma que os animais não manifestem medo em relação às pessoas que os manejam;
12. Ausência de medo.

Como apresentado, alguns dos 12 critérios são simples de solucionar com alguns cuidados no manejo ou treinamento das pessoas que vão cuidar dos animais. Este trabalho visa auxiliar o suinocultor a solucionar o quarto critério com o sistema desenvolvido, ajudando a monitorar e atuar no controle da ambiência do galpão de suinocultura, auxiliando não só apenas no conforto térmico, mas em outras variáveis como umidade e acúmulo de gás dentro do galpão.

## 2.2 TEMPERATURA E UMIDADE NA SUINOCULTURA

“O ambiente térmico ótimo para um animal é denominado de zona de conforto térmico ou zona de termoneutralidade, a qual ocorre quando a produção de calor é transferida ao ambiente sem requerer ajustes dos mecanismos homeotérmicos do próprio animal” (MOURA, 1999)apud(ASHRAE, 1985).

“Os suínos como animais homeotérmicos podem apresentar seu máximo potencial genético quando se encontram na zona de conforto térmico” (HANNAS, 1999).

A Tabela 1 demonstra a faixa de peso e a respectiva faixa de temperatura indicada para suínos, essas temperaturas demonstram a zona de conforto térmico para os animais. Sendo que quando a temperatura estiver acima dos valores recomendados tem-se suínos sob estresse por calor, e quando estão abaixo a estresse por frio.

Tabela 1 - Condições Térmicas Recomendadas Para Suínos de Crescimento e Terminação.

Faixa de Peso(kg)	Faixa de temperatura recomendada (°C)
18 a 34	18 a 26
34 a 68	15 a 23
68 ou mais	10 a 23

Fonte: Adaptado de (COFFEY; PARKER; LAURENT, 1995, p. 2).

A umidade relativa interna ideal para um galpão de suinocultura nas faixas de temperatura e peso informados a Tabela 1 ficam entre 50% a 70% (ROHR; DALLA COSTA; DALLA COSTA, 2016) também citados por (HANNAS, 1999, p. 5) (SILVA, 1999).

### 2.2.1 Estresse por Alta temperatura

Suínos que sofrem por estresse de alta temperatura apresentam comportamento atípico para a espécie. Eles ficam mais tempo dormindo e menos tempo em pé, fuçando e se alimentando, conseqüentemente comem menor quantidade de ração, por isso apresentam menor percentual de carne (KIEFER *et al.*, 2010). Conforme um estudo feito por Kiefer *et al.*(2010) a frequência respiratória também aumenta cerca de 227% conforme é visto na Tabela 2.

Tabela 2 - Respostas Fisiológicas de Suínos Mantidos em Temperatura de Conforto Térmico (21°C) e de Estresse Por Calor (32°C).

Variáveis	Ambiente térmico		CV %
	21°C	32°C	
Frequência respiratória, movimentos/min	41,07	93,46	26,99
Temperatura retal, °C	38,54	39,44	1,30

Fonte: Adaptado de (KIEFER *et al.*, 2010, p. 501).

O aumento na frequência de respiração é uma resposta do sistema fisiológico, em um ajuste eficiente para a manutenção da temperatura do corpo do animal (MANNO *et al.*, 2006), demonstrado pela pequena variação de temperatura retal, tanto dos suínos que estavam sobre temperatura amena como os que estavam em estresse.

Suínos sob estresse por alta temperatura comem menor quantidade de ração, isso provavelmente é uma resposta do sistema de defesa do organismo para uma redução da produção de calor resultante dos processos digestivos e metabólicos (KIEFER *et al.*, 2010).

O efeito de redução no peso dos suínos não é um efeito direto da alta temperatura, e sim, uma consequência da redução no consumo de ração pelos suínos causado pela alta temperatura (COLLIN *et al.*, 2001). Essa redução pode ser comprometedora e muitas vezes irreversível no seu desempenho final e mais uma vez na produção de carne (FÁVERO; BELLAVER, 2002). Além disso, em situação de estresse, os animais podem sofrer uma queda da imunidade, ficando mais susceptíveis a doenças (NÄÄS; JUSTINO, 2014).

### 2.2.2 Estresse por Frio

Quando as temperaturas internas se tornam inferiores à mínima recomendada, os animais tendem a aumentar o consumo de ração, fazendo com que grande parte da energia consumida seja direcionada para compensar a perda de calor e manter a temperatura corporal. Esta situação provoca uma piora na conversão alimentar e muitas vezes mobilizam tecidos já depositados para atender as necessidades básicas, interferindo, portanto, na produção de carne (FÁVERO; BELLAVER, 2002).

## 2.3 SENSORES DE TEMPERATURA E UMIDADE

Atualmente existem diversos modelos de sensores de temperatura e umidade, e alguns deles serão abordados a seguir.

### 2.3.1 Sensores de Temperatura

Atualmente, os modelos de sensores encontrados para se medir temperatura mais conhecidos são os termistores, os termopares, e os sensores eletrônicos.

#### 2.3.1.1 Termistores

São semicondutores eletrônicos cuja resistência elétrica varia com a temperatura, basicamente são resistores termicamente sensíveis. Os termistores são extremamente sensíveis a mudanças de temperatura relativamente pequenas. Basicamente existem dois tipos de termistores: os de coeficiente positivo de temperatura (PTC) e os de coeficiente negativo de temperatura (NTC). Nos PTC a resistência aumenta com a temperatura, já no segundo, o NTC, a resistência diminui conforme a temperatura (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2011).

#### 2.3.1.2 Termopares

Os termopares baseiam-se na mudança de potencial causada pela junção de fios de diferentes materiais. A temperatura é obtida medindo-se essa diferença de potencial, normalmente são usados para medir uma diferença de temperatura ou uma temperatura absoluta. Atualmente existem pelo menos 8 modelos de termopares, sendo eles: S, R, J, K, N, T e E. O que difere um modelo de outro, é sua composição, no caso, os metais que formam a junção, e conseqüentemente a faixa de temperatura que essa junção proporciona a ser medido (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2011).

#### 2.3.1.3 Os Sensores Eletrônicos

Existem diversos modelos de sensores eletrônicos, dentre eles o principal são os Circuitos Integrados.

### 2.3.1.3.1 Circuitos Integrados

Estes sensores geralmente possuem um algum tipo de função a mais, com filtros, reguladores e proteções, normalmente eles utilizam as características de dependência dos parâmetros de silício com a temperatura, e outros que utilizam tecnologia de *permalloy* sobre um substrato de silício, os chamados *Resistance Temperature Detector*(RTD).

Há também os chamados circuitos integrados inteligentes, que possuem a possibilidade de programar parâmetros, esses sensores incorporam as características dos sensores integrados e funções programáveis que os tornam verdadeiros transmissores inteligentes de temperatura podendo até trabalhar com redes de comunicação a exemplo o protocolo *Inter - Integrated Circuit* (I<sup>2</sup>C) (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2011).

### 2.3.2 Sensores de Umidade

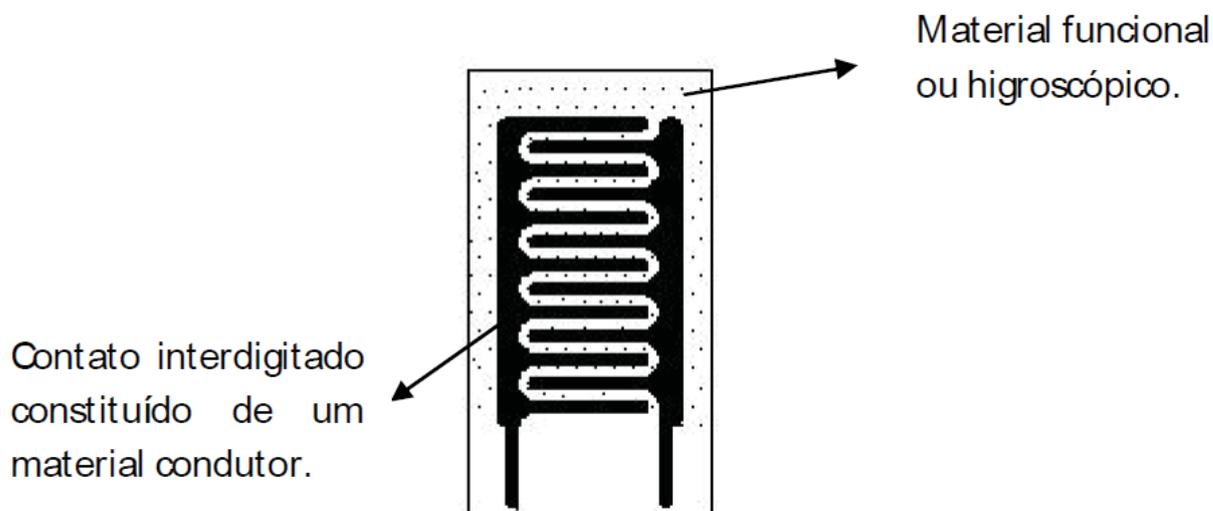
A medição da umidade relativa de um meio não pode ser feita de maneira direta, mas a variação da concentração de vapor de água no meio provoca em alguns materiais efeitos como mudanças nas suas propriedades elétricas, deformação mecânica, dentre outras. E através desses efeitos podem-se relacionar os valores da umidade relativa (CASTRO, 2011).

Apesar de existir uma grande variedade de sensores de umidade para as mais variadas aplicações, a seguir são apresentados os princípios de funcionamento do sensor de umidade do tipo capacitivo, pois se trata do tipo de sensor que foi usado no projeto.

#### 2.3.2.1 Sensores de Umidade Capacitivos

Sensores de umidade capacitivos são baseados na variação da permissividade dielétrica do material que tem a capacidade de absorver, ou ceder moléculas de água, de acordo com a alta ou baixa umidade relativa do ar. Este material é chamado filme higroscópico. As características desses sensores são determinadas pelo tipo de material higroscópico e pela geometria dos contatos interdigitados. A Figura 1 apresenta a estrutura básica de um sensor de umidade capacitivo, onde a área pontilhada representa o material funcional que absorve ou perde água e a área em preto os contatos interdigitados, que são feitos de um material condutor e funcionam como eletrodos (DALL' AGNOL, 2013).

Figura 1 - Sensor de Umidade Capacitivo



Fonte: (CASTRO, 2011), citado por (DALL' AGNOL, 2013).

Quando o sensor absorve água, o valor de sua capacitância é alterado. A capacitância ( $C_{eq}$ ) desse conjunto é dada pela soma da capacitância do ar ( $C_{ar}$ ), da capacitância do filme higroscópico ( $C_h$ ) e da capacitância da água ( $C_{H_2O}$ ) e é dada pela equação (2.1) (CASTRO, 2011).

$$C_{eq} = C_{H_2O} + C_{ar} + C_h \quad (2.1)$$

Considerando que a permissividade relativa da água é muito maior que a permissividade relativa do ar, a capacitância equivalente do sistema aumentará com o aumento da umidade relativa do meio (CASTRO, 2011).

## 2.4 VENTO E O AR

A variação de temperatura de uma região gera uma mudança de pressão na mesma. Essa mudança de pressão interage com o ar, fazendo com que ele se desloque horizontalmente para outra região com pressão contrária, assim buscando seu equilíbrio. Devido a Terra estar sempre em movimento a temperatura também está em constante mudança, o ocasiona o ar estar em constante movimento, mesmo que em direção e velocidades diferentes. O movimento do ar de uma região a outra é denominado vento (BISCARO, 2007).

### 2.4.1 Ventilação nos Galpões de Suinocultura

A ventilação na suinocultura é algo muito importante, pois é responsável pela renovação do ar ambiente e a higienização em geral, além de influenciar diretamente no conforto térmico dos suínos alojados (MOURA, 1999).

A renovação do ar permite não só a dissipação da alta temperatura interna do galpão, como também a desconcentração dos vapores gerados pela respiração dos animais e da fermentação dos dejetos, também provoca a eliminação da poeira ambiente e dos gases tóxicos gerados, como a Amônia ( $\text{NH}_3$ ) (MOURA, 1999).

A ventilação natural é muito utilizada na suinocultura, e é caracterizada quando existem apenas as cortinas laterais, sem nenhum método que force o ar a entrar no galpão. As cortinas laterais servem para realizar um controle manual da ambiência do galpão. Existem dois pontos importantes a se considerar quando se utiliza este método. O primeiro é que quando a temperatura externa ao galpão esta abaixo da temperatura crítica mínima, ao se abrir as cortinas para realizar a troca de ar, o ar gelado entra, mesmo que em baixa velocidade, nos galpões tendendo a descer ao nível do solo esfriando os suínos e condensando. O segundo ponto é que em dias quentes com a temperatura externa maior que a interna e superior a critica máxima, o vento quente tende a entrar no galpão, elevando a temperatura interna e consequentemente colocando os suínos em estresse de calor ou ainda piorando essa situação.

Assim, quando existem essas situações recomenda-se que no frio se faça a abertura das cortinas por curtos espaços de tempo para a renovação do ar sem causar desconforto, e no verão utilize-se algum tipo de ventilação forçada (MOURA, 1999). Outro ponto recomendado, no inverno é em dias que exista vento incidente nas cortinas, que se faça a abertura da cortina do lado oposto à direção do vento, evitando assim a entrada desnecessária do vento gelado para dentro do galpão (ABCS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUINOS, 2011).

Quando forçado a entrada do ar no galpão de suinocultura, em dias quentes, o vento auxilia na eliminação do calor metabólico latente dos suínos, auxilia na vaporização da água nas superfícies estruturais do abrigo e ocasiona um efeito de resfriamento dessas superfícies (MOURA, 1999).

## 2.5 GÁS E POEIRA

A Amônia ( $\text{NH}_3$ ) é um dos gases nocivos mais encontrados nas criações de suínos em regime fechado, ela é um gás incolor, de forte odor, sendo perceptível pelo homem em concentrações acima de 5ppm (partícula por milhão), é mais leve que o ar e solúvel em água (OLIVEIRA, 1999) (PERDOMO; LIMA; NONES, 2001). Nas criações intensivas esse gás é proveniente da degradação da ureia e outros componentes presentes na urina, e nos dejetos dos suínos. A  $\text{NH}_3$  irrita a mucosa dos suínos a partir de 15 a 20ppm e em associação a poeira presente no ar pode causar um efeito depressivo além de diminuir o desempenho dos animais.

Apesar de não existir uma norma regulando a concentração de Amônia( $\text{NH}_3$ ) aceitável para um galpão de suinocultura, vários autores a fixam em no máximo 20ppm (OLIVEIRA, 1999), já outros a fixam em 10ppm (PERDOMO; LIMA; NONES, 2001).

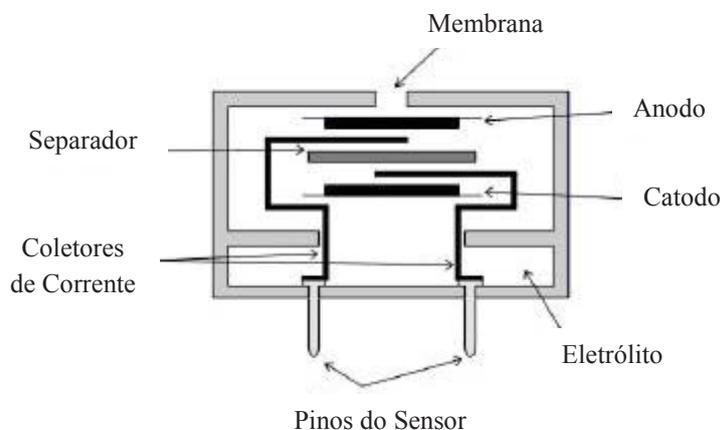
As partículas aerolizadas comumente chamadas de poeira ambiente são geradas normalmente pelo material fecal seco ou pela ração utilizada como alimento para o rebanho. As partículas maiores quando inaladas se alojam na mucosa do trato respiratório, porém as partículas menores podem atingir até os alvéolos e pulmões, ocasionando doenças respiratórias (MOURA, 1999).

### 2.5.1 Sensores Eletroquímicos para Gases

Os sensores eletroquímicos baseiam-se em reações espontâneas de oxidação e redução, que envolvem um determinado gás para medição de sua concentração. Estas reações geram a circulação de uma corrente entre os eletrodos, a qual é proporcional à concentração do gás que se deseja mensurar.

Como ilustrado na Figura 2, as células eletroquímicas são construídas de forma similar a uma bateria, sendo a principal diferença a presença de uma membrana semipermeável de separação das fases líquida (eletrólito) e gasosa (amostra de ar a ser medida). Esta membrana é feita através de materiais porosos e hidrofóbicos, sendo mais utilizado para este fim o PTFE (Poli Tetra Flúor Etileno), e permite a difusão das moléculas gasosas através do eletrólito, evitando ao mesmo tempo sua evaporação. Para potencializar a ionização do gás que se deseja mensurar no eletrólito, os eletrodos dos sensores, anodo e catodo, são construídos normalmente de metais como a Platina, Ouro ou Prata, em função de suas propriedades de catalíticas (DALL' AGNOL, 2013)apud(HABMIGERN, 2013).

Figura 2 - Estrutura De Um Sensor Eletroquímico De Medição De Monóxido De Carbono.



Fonte: (DALL' AGNOL, 2013).

Para leitura dos sinais provenientes dos sensores, basta a medição da corrente que circula através dos eletrodos, que ficam acessíveis nos pinos do sensor. A resposta elétrica é linear com a concentração dos gases e a geração dos sinais é espontânea. (DALL' AGNOL, 2013)

## 2.6 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO E VENTILAÇÃO

Entre os sistemas de resfriamento e elevação da umidade do ar, os nebulizadores são os mais eficientes. O sistema de nebulização permite a formação de gotículas extremamente pequenas, que aumentam a superfície de contato de uma gota d'água exposta ao ar, assegurando uma evaporação mais rápida. A nebulização associada à movimentação de ar ocasionada pelos ventiladores acelera a evaporação e evita que a pulverização ocorra em um só local. O resfriamento evaporativo reduz a temperatura por vaporização da água, aumentando a umidade relativa, entretanto, quando a umidade relativa está em torno de 60-70%, facilita as trocas de calor por evaporação (NÄÄS; JUSTINO, 2014).

A utilização de nebulização e ventilação forçada nas instalações para suínos na fase de terminação promovem melhorias no conforto (temperatura da pele). Suínos quando em estresse térmico tendem a deitar sobre suas fezes e urina a fim de diminuir a temperatura do corpo, mas quando submetidos a um sistema de nebulização e ventilação forçada, tendem a

não fazer isso e ainda procuram depositar seus dejetos em áreas ripadas (área onde o canal de dejetos fica sob o piso da sala) (CARVALHO; OLIVEIRA; TURCO, 2004).

Outro ponto importante que se deve ressaltar são as doenças respiratórias. “A maioria dos agentes causadores de doenças respiratórias encontra-se no ar sob a forma de aerossóis ou aderidos a partículas como pó de fezes ou de ração” (MORES, 2010). Assim uma das formas de melhorar o ar ambiente e contribuir para a prevenção de doenças respiratórias é o uso de aspersão de remédios e desinfetantes, com um nebulizador, sobre os animais em seu local de alojamento, este método é usado rotineiramente na região sul do Brasil (MORES, 2010). Todavia, este método deve ser sempre orientado por um técnico responsável (normalmente um Médico Veterinário).

## 2.7 SENSORES DE POSIÇÃO

Dentre os sensores de posição existentes no mercado os mais utilizados são os encoders, os sensores magnéticos (Reed Switch), as chaves fim de curso, e os do tipo capacitivo ou indutivo.

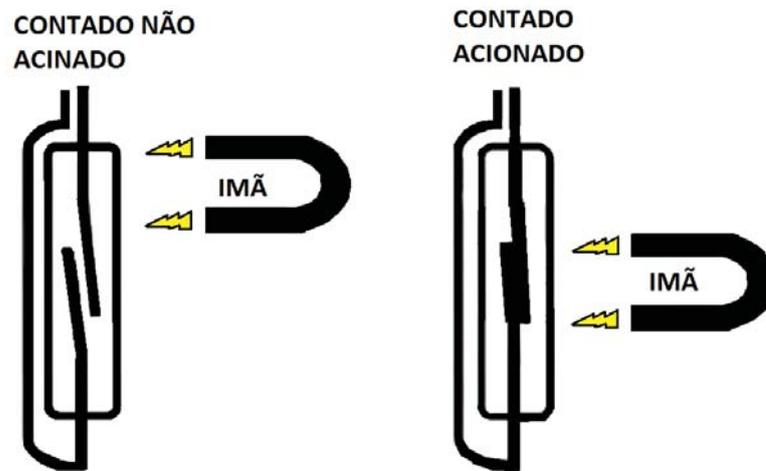
### 2.7.1 Encoder

Os encoders são sensores de posição que estão constituídos por um ou mais sensores óticos de barreira, que detectam a passagem de uma roda furada. O encoder é um sensor digital, mas que serve para medir a posição, uma grandeza analógica. Poderia se dizer que eles já constituem um conversor A/D eletromecânico. E seus principais modelos são os de incremento e os de valor Absoluto (PAZOS, 2002).

### 2.7.2 Sensores Magnéticos do Tipo Reed-Switch

Os sensores do tipo Reed-Switch são chaves acionadas por campos magnéticos. Ele consiste em um bulbo de vidro com dois contatos separados por uma estreita distância, que ao entrar em um campo magnético esses contatos são fechados, estabelecendo contato entre os dois terminais desse sensor, que pode ser usado para detectar presença de algum dispositivo, desde que haja um ímã nele. Na Figura 3 pode-se ver o funcionamento do mesmo (WENDLING, 2010).

Figura 3 - Funcionamento Sensor Magnético do tipo Reed Switch



Fonte: Adaptado de (WENDLING, 2010).

### 2.7.3 As Chaves Fim de Curso

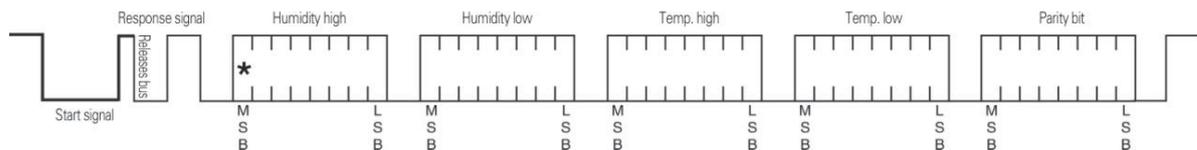
Esses sensores, como o nome sugere, são interruptores ou mesmo chaves comutadoras que atuam sobre um circuito no modo liga/desliga quando uma ação mecânica acontece no seu elemento atuador. A chave fim-de-curso, se mantém aberta (mantendo uma interrupção no circuito) quando não pressionada e, quando pressionada, fecha uma conexão em um circuito indicando uma atuação sobre ela, é possível indicar a posição final de um elemento qualquer (WENDLING, 2010).

## 2.8 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO *1-WIRE™*

O sistema *1-wire™*, também conhecido como *MicroLan™*, foi desenvolvido pela empresa Dallas Semiconductor, é uma rede de transmissão de dados que possibilita a comunicação digital entre um computador ou microcontrolador atuando como mestre, a escravos tais como sensores, adaptadores, conversores analógico-digitais, memórias, dentre outros, da série *1-wire™*. Esta rede é alimentada por uma fonte de corrente contínua de 5 volts, através de um resistor de polarização (*pull-up*) ligado ao único condutor de dados. Tanto o mestre como os escravos são configurados como transeptores (transmissores - receptores) permitindo que os dados transitem, de maneira sequencial, em ambas as direções, porém, em apenas uma direção a cada vez (*half-duplex*) (NETO, 2003).

O protocolo de comunicação *1-wire*<sup>TM</sup> utiliza níveis lógicos convencionais CMOS/TTL (*Complementary Metal Oxide Silicon / Transistor Transistor Logic*), no qual o nível lógico zero(baixo) é representado por uma tensão máxima de 0,8 volts e o nível lógico um(alto) por uma tensão mínima de 2,2 volts. O sistema *1-wire*<sup>TM</sup> apresenta um controle rígido porque nenhum dispositivo *1-wire*<sup>TM</sup> conectado à rede pode estabelecer comunicação se não houver uma requisição do mestre, e nenhuma comunicação é permitida entre os escravos. A comunicação começa com um bit ou uma sequência de bits(no caso de existir mais de um escravo no mesmo barramento) de início enviado pelo mestre e é encerrada por outro bit de fim (DALL' AGNOL, 2013) (NETO, 2003). Na Figura 4 se pode ver um exemplo do sinal de transmissão dos dados de um sensor DHT 22, o qual será apresentado a diante, com um microcontrolador.

Figura 4 - Protocolo de Comunicação *1-WIRE*<sup>TM</sup> - DHT22/AM2303



Fonte: Manual do produto (Datasheet) AM2303 (AOSONG ELECTRONICS CO.).

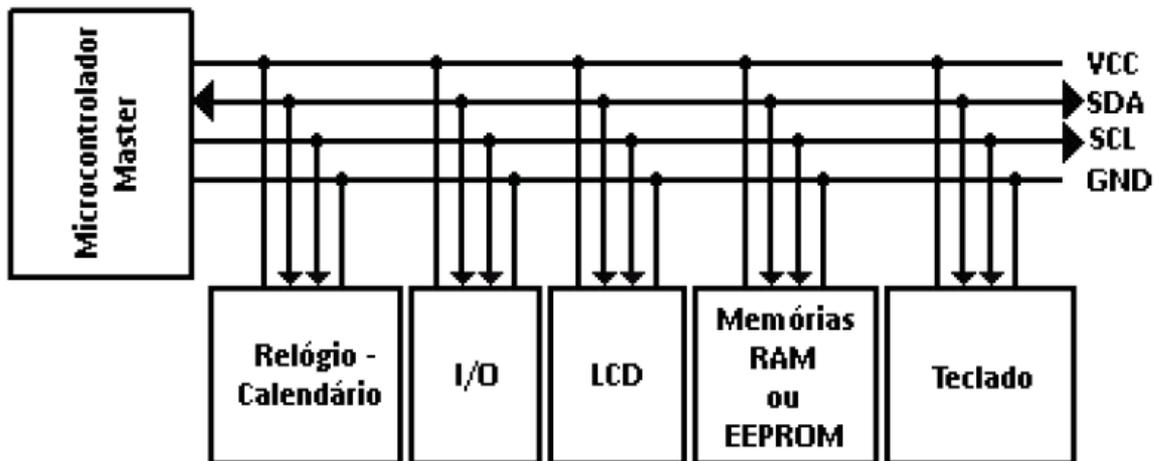
## 2.9 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO I<sup>2</sup>C

O protocolo de comunicação I<sup>2</sup>C foi criado na década de 1990 pela Phillips Semiconductor Division, atual NXP, com o propósito de reduzir o número de vias de intercomunicação entre centrais de processamento, como os microcontroladores, e os demais dispositivos periféricos, de forma a reduzir a complexidade dos circuitos e otimizar sua produção. Os estudos levaram então a criação de um barramento de 2 fios, denominado I<sup>2</sup>C (*Inter-Integrated Circuit*), que constitui uma interface simples, prática e padronizada (SILVA; KASCHNY, 2012).

O barramento I<sup>2</sup>C constitui-se de duas vias. Uma delas é chamada SCL (*Serial Clock Time*), correspondente ao relógio de comunicação (*clock*), indispensável por se tratar de uma comunicação síncrona. A outra é chamada SDA (*Serial Data Line*) e é responsável pela comunicação bidirecional de dados, sendo utilizada tanto para a transmissão quanto para a recepção, porém no formato *half-duplex*, ou seja, os dados não podem ser enviados e recebidos simultaneamente (SILVA; KASCHNY, 2012).

Neste protocolo, o dispositivo que inicia a comunicação é chamado de mestre (*master*), sendo que os demais, que são controlados por ele, são chamados de escravos (*slaves*). O *clock* necessário a comunicação é ditado pelo mestre. Uma representação desse tipo de barramento é apresentada na Figura 5, onde VCC corresponde a tensão de 5 volts e GND é a referência de tensão, ou seja, 0 volts (DALL' AGNOL, 2013).

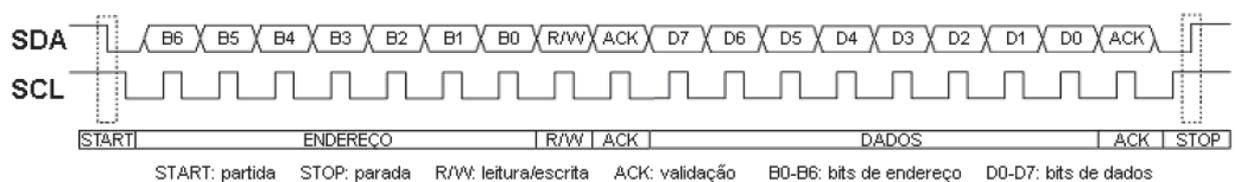
Figura 5 - Diagrama Ilustrando um Barramento I<sup>2</sup>C.



Fonte: (SILVA; KASCHNY, 2012)

A comunicação é iniciada pelo dispositivo mestre, através da condição de partida (*start*). Logo após, é enviado ao barramento os 7 bits de endereço do dispositivo a ser acessado, endereço esse definido pelo próprio fabricante de cada dispositivo escravo. O mesmo também pode ser de 10 bits, dependendo do modo de operação. O próximo bit enviado é o que seleciona entre leitura (*read*), caso seja nível lógico baixo (0), e escrita (*write*), caso seja nível lógico alto (1). Então, o mestre aguarda a validação através da condição de *acknowledge* (ACK) e a partir deste momento troca dados com o dispositivo escravo até que seja enviada a condição de parada. A Figura 6 apresenta esquematicamente esse fluxo (DALL' AGNOL, 2013).

Figura 6 - Diagrama Geral Ilustrando o Fluxo de Endereço e Dados em um Barramento I<sup>2</sup>C.



Fonte: (SILVA; KASCHNY, 2012).

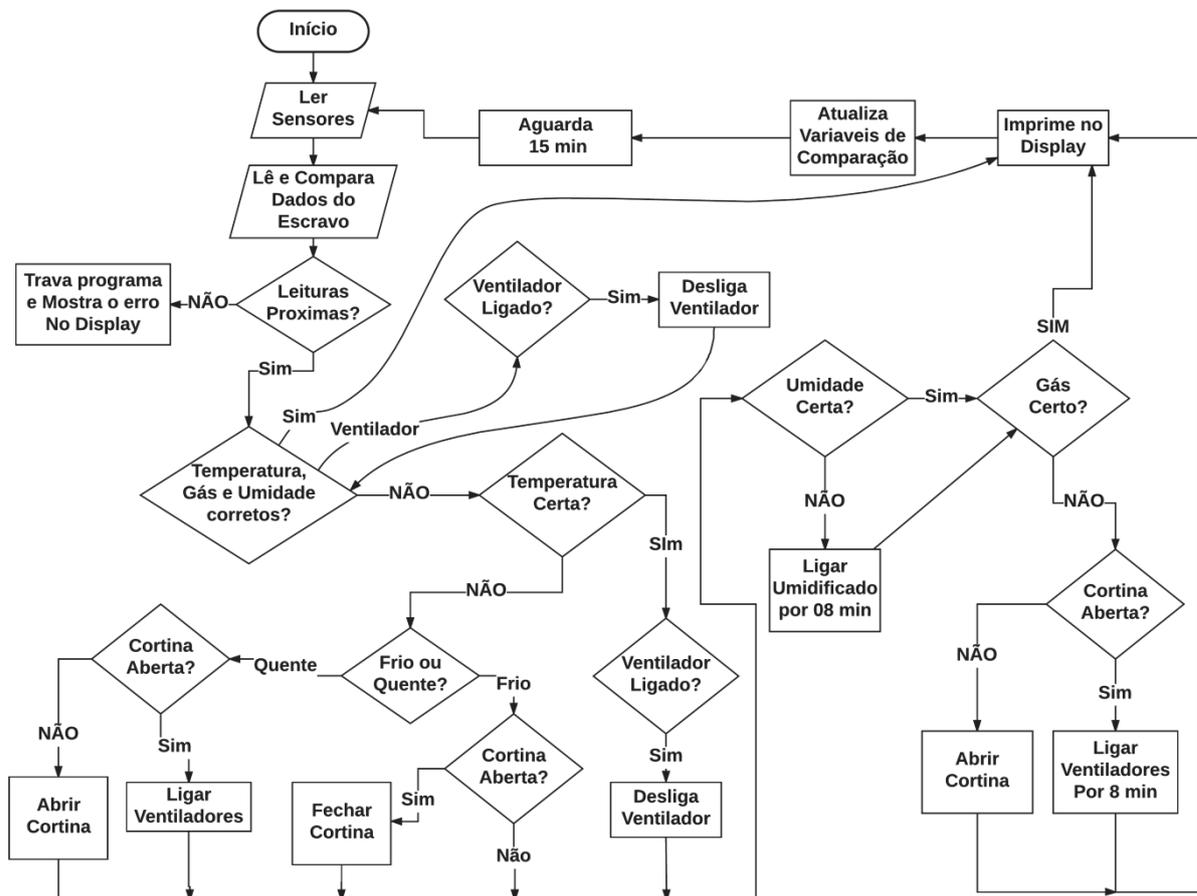
## 2.10 MICROCONTROLADOR

Um microcontrolador ( $\mu\text{C}$ ) pode ser entendido como uma máquina elétrica onde se podem armazenar instruções lógicas, aritméticas e de tomadas de decisão. Pode ser dito que é constituído de três partes: núcleo, memória e periféricos. O núcleo contém o CPU (unidade central de processamento) e seus circuitos de controle, as memórias podem ser RAM (*Random Access Memory*) ou também memória EEPROM/Flash. E os periféricos, que são dos mais diversos tipos, tais como conversores A/D e D/A, Timer, controladores PWM (*Pulse Width Modulation*), entre outros. Um microcontrolador também precisa de potência, na forma de corrente contínua, também necessita de um sinal de *clock*, como qualquer computador pessoal (ANDREIS, 2016).

### 3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo, serão apresentados os caminhos e métodos utilizados, também, serão apresentados os sensores escolhidos, central de processamento funcionamento do *firmware*, os circuitos elétricos e suas características, e três fluxogramas, sendo o primeiro demonstrando o funcionamento completo com do sistema, conforme visto na Figura 7 e explicado do item 3.1.1, o segundo que demonstra o funcionamento da função Menu, visto na Figura 18 e explicado no item 3.3.1, e o terceiro que demonstra a função Movimento Manual das Cortinas, visto na Figura 19 e explicado no item 3.3.2.

Figura 7 - Fluxograma de Funcionamento do Sistema Autônomo.



Fonte: Próprio Autor.

O fluxograma da Figura 7, apresenta o funcionamento completo do sistema autônomo desenvolvido neste trabalho, onde a partir do monitoramento das variáveis do sistema há uma

ação de controle como o objetivo de se criar uma ambiência necessária para o bom desenvolvimento dos suínos alojados.

### 3.1 FIRMWARE

O *firmware* do sistema foi desenvolvido utilizando o *Software IAR Embedded Workbench* desenvolvido pela empresa IAR Systems, utilizando uma versão de estudante, e a linguagem de programação segue o padrão C.

#### 3.1.1 Funcionamento do Firmware

O desenvolvimento do firmware seguirá o seguinte fluxograma visto na Figura 7. O sistema faz um ciclo completo a cada 15 minutos, após a verificação do tempo o sistema inicia fazendo a leitura de todos os sensores, comparando com as leituras do segundo microcontrolador. Se os valores lidos em ambos os microcontroladores forem de magnitude aproximada inicia-se o ciclo de verificação, caso o microcontrolador encontre uma disparidade muito grande entre as leituras ele entra em modo de ERRO e o sistema para exibindo no display de interface do usuário o problema.

O primeiro valor a ser verificado pelo sistema é a temperatura interna e externa, ela é comparada com o intervalo de valores informados na Tabela 1 - Condições Térmicas Recomendadas Para Suínos de Crescimento e Terminação. Se a temperatura interna estiver fora o intervalo, o sistema atua da seguinte forma:

- Caso a temperatura externa esteja à cima ou dentro da faixa recomendada e a temperatura interna estiver acima da máxima, e as cortinas estejam fechadas ou em uma das posições 75%, 50% e 25% de fechadas, o sistema deve abrir ambas as cortinas. As 5 posições podem ser vistas nas Figura 8 Figura 9 Figura 10 Figura 11 Figura 12.
- Caso a temperatura externa esteja à cima ou dentro da faixa recomendada e temperatura interna estiver acima da máxima, e as cortinas já estejam abertas completamente o sistema deve ligar os ventiladores. Os ventiladores vão permanecer ligados até que a temperatura interna volte para dentro da faixa aceitável.

- Caso a temperatura externa esteja abaixo da faixa aceitável e temperatura interna estiver acima da máxima, o sistema deve começar a abrir as cortinas.
- Caso a temperatura interna fique abaixo que a mínima da faixa, começa o processo de fechamento das cortinas.

Quando ambas as cortinas A e B estão fechadas e é necessário realizar o procedimento de abertura, a primeira cortina a ser movimentada é a que está ao lado oposto à incidência de vento, ela deve ser aberta uma posição a cada ciclo completo do sistema, ou seja, se ambas as cortinas estiverem fechadas e a cortina A for a em oposto ao vento, o sistema deve descê-la até a posição 75% fechada, quando a cortina A estiver em 50% de fechado a cortina B deve ser movida até a posição 75%, e então se alternam entre as duas, até que ambas estejam na posição aberto. Por outro lado quando for necessário realizar o fechamento das cortinas o processo é similar ao de abertura, porém, começa pela cortina do lado que o vento está incidente, uma posição por ciclo, até atingir a posição 50%. Então, começa a alternar entre as duas cortinas até que ambas atinjam a posição fechado ou a temperatura interna volte para dentro da faixa recomendada.

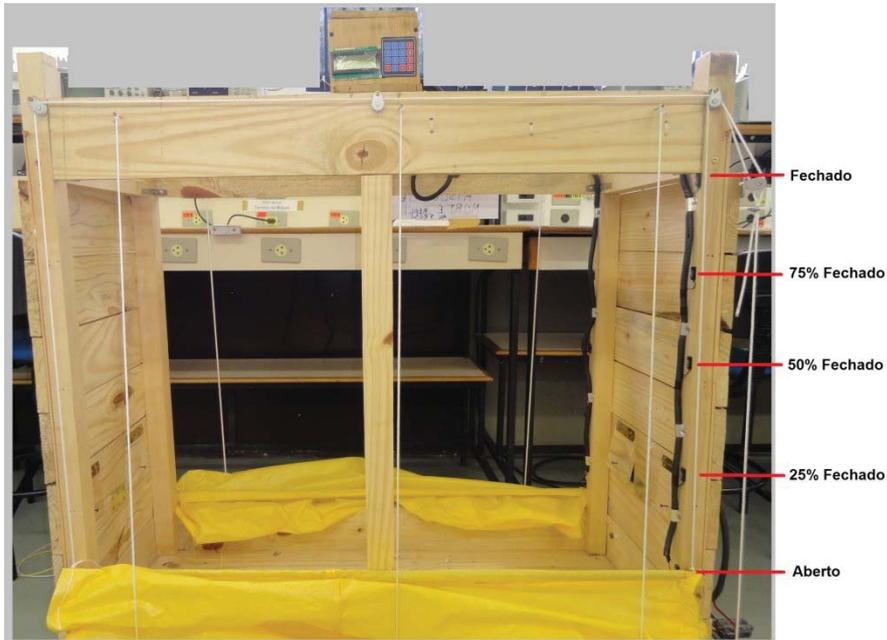
O segundo valor a ser testado pelo ciclo do sistema é a umidade, caso a umidade esteja abaixo da mínima recomendada, o sistema deverá acionar a bomba do sistema de nebulização, deixando a ligada por apenas 8 minutos, evitando assim que as salas onde os suínos estejam alojados fiquem encharcadas.

O terceiro valor a ser testado é a concentração de amônia, caso esteja acima, primeiro é verificado a posição das cortinas, caso elas estejam fechadas deve-se verificar a direção do vento e abrir uma posição da cortina oposta a incidência direta do vento sobre o galpão. Por outro lado se as cortinas estiverem completamente abertas, o sistema deverá ligar os ventiladores por 8 minutos e posteriormente desliga-lo.

Existem ainda mais duas etapas que funcionam em separado do ciclo normal de trabalho. A primeira é a função Menu de Ajustes, onde o usuário pode ajustar alguns parâmetros de funcionamento do sistema e a segunda etapa é a função de movimentar as cortinas utilizando a interface do usuário. Essas duas etapas são melhores descritas no item 3.3, o qual descreve da interface de usuário.

As Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12, representam os 5 modos de posicionamento de ambas as cortinas.

Figura 8 - Cortinas no Modo Aberto



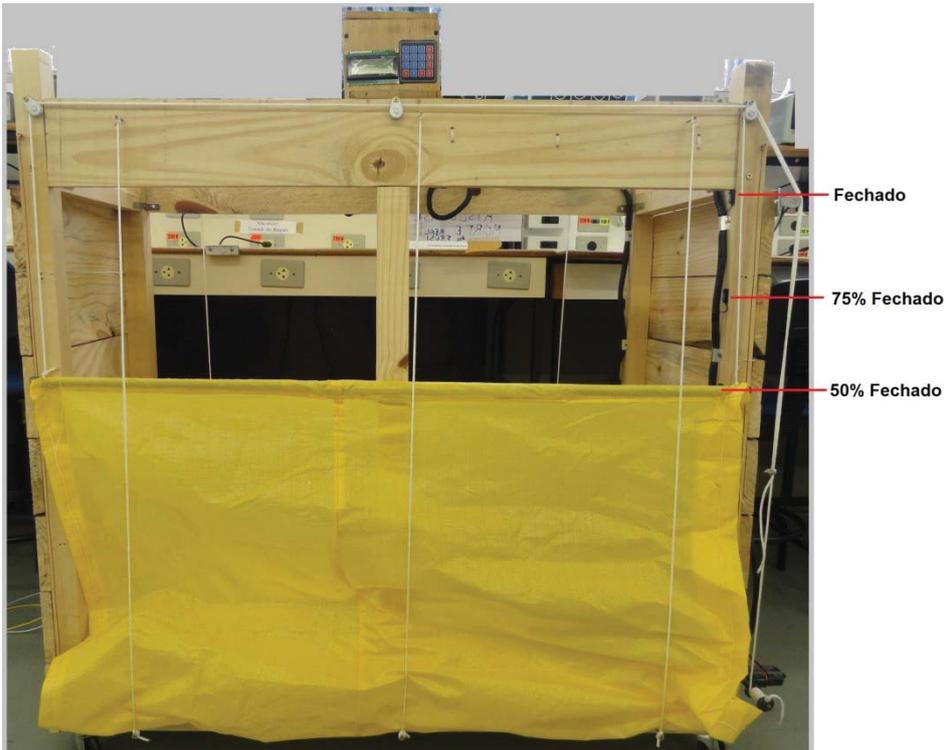
Fonte: Próprio Autor.

Figura 9 - Cortinas no Modo 25% Fechado



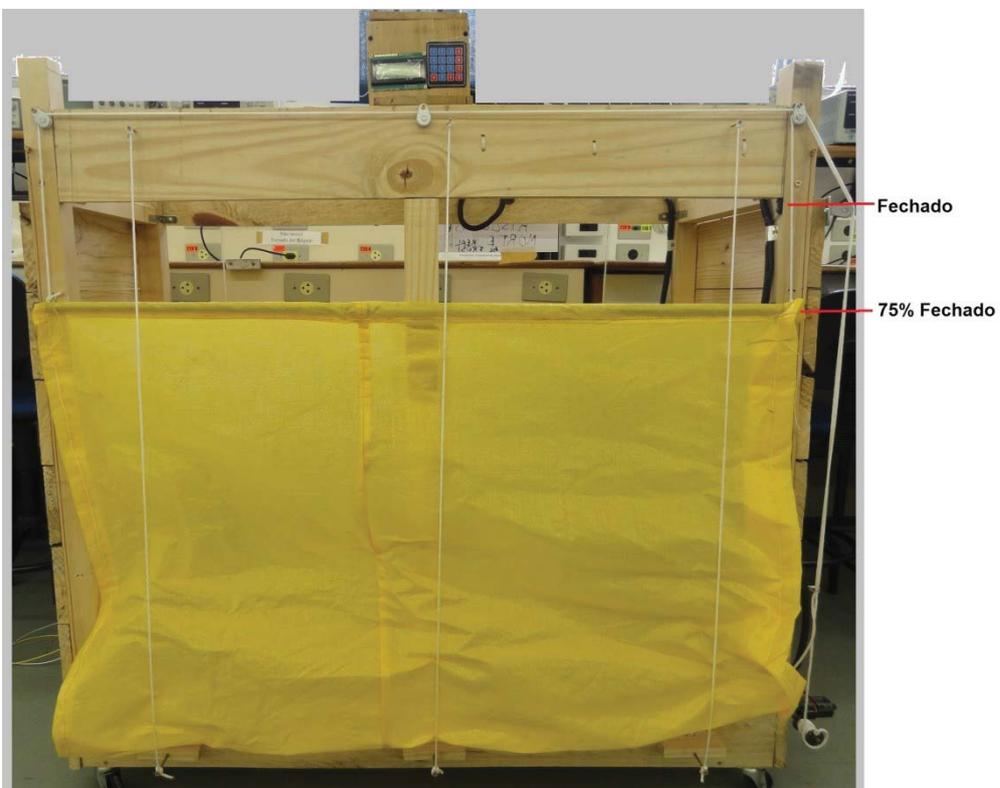
Fonte: Próprio Autor.

Figura 10 - Cortinas no Modo 50% Fechado



Fonte: Próprio Autor.

Figura 11 - Cortinas no Modo 75% Fechado



Fonte: Próprio Autor.

Figura 12 - Cortinas no Modo Fechado

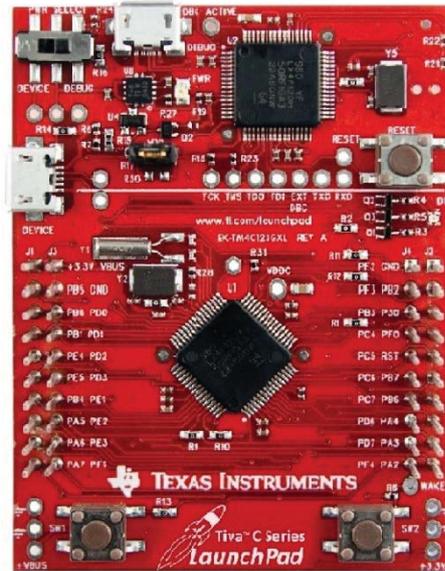


Fonte: Próprio Autor.

### 3.2 CENTRAL DE PROCESSAMENTO

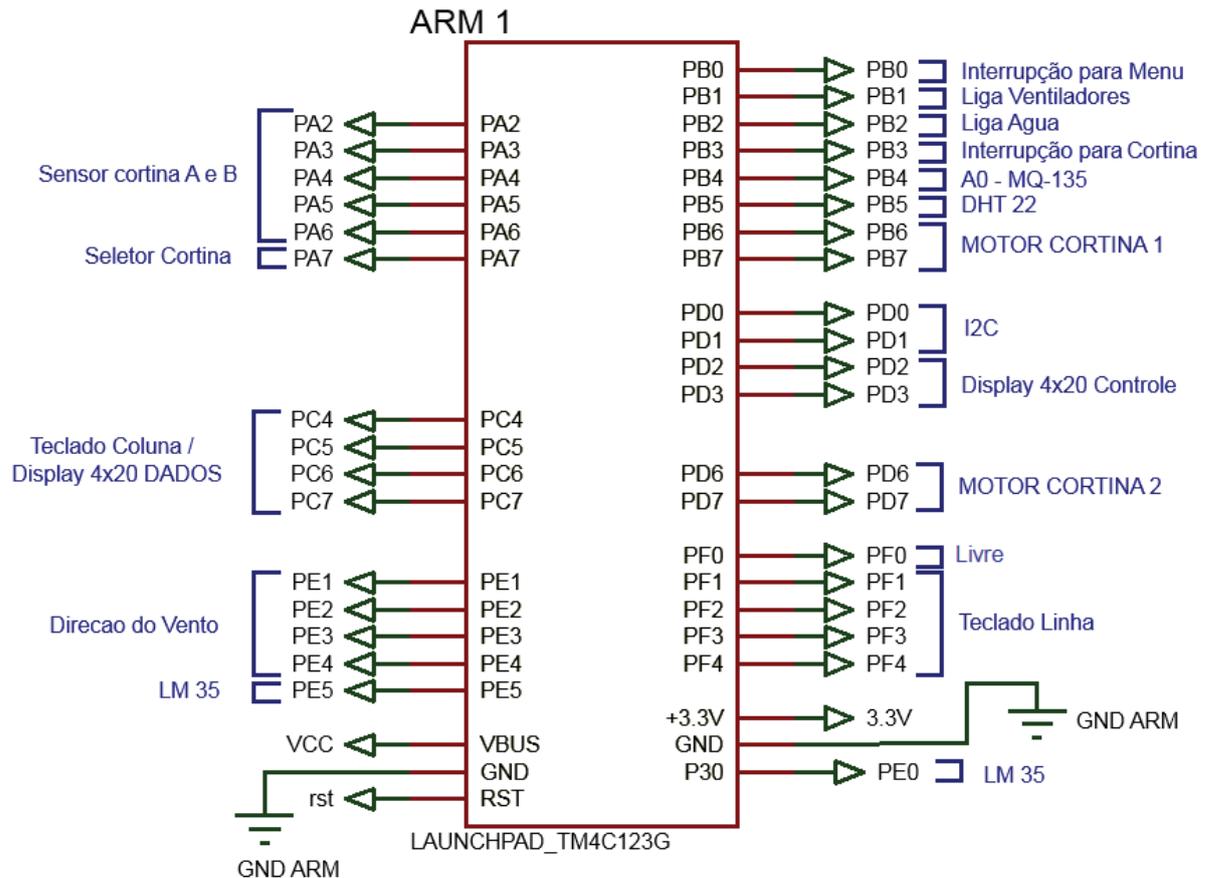
Para realizar processamento dos dados obtidos através dos sensores instalados, foi escolhido um kit de desenvolvimento da família *Advanced RISC Machine*(ARM), modelo *LaunchPad - EK-TM4C123GLX*, Figura 13. O Kit possui os requisitos necessários para a aplicação, em especial, é de fácil utilização, já que possui um hardware mínimo necessário para seu funcionamento, não necessita de uma interface física a mais para sua gravação, pois se pode gravá-lo diretamente do computador e com seus periféricos externos conectados. Na Figura 14, tem-se o demonstrativo das ligações do Kit Arm com seus periféricos descritos em azul, o circuito completo do sistema encontrasse no Apêndice B.

Figura 13 - Kit Arm EK - TM4C123GXL



Fonte: Próprio Autor.

Figura 14 - Circuito Kit Arm



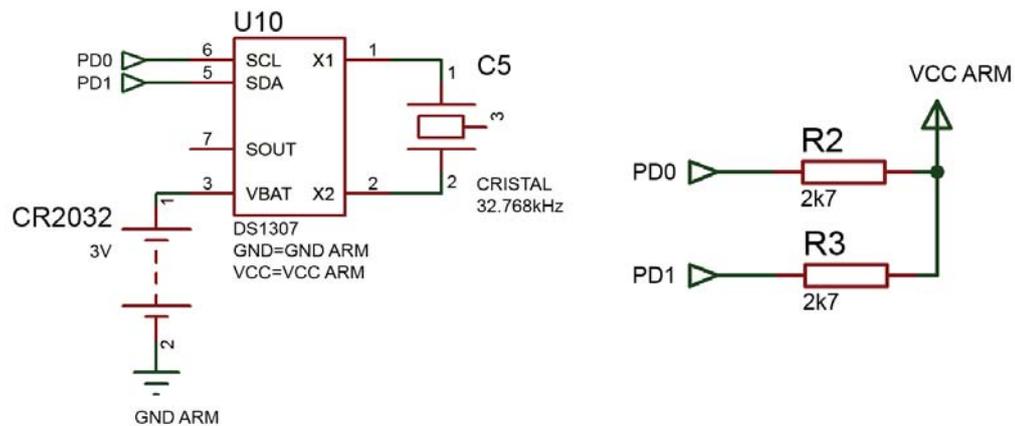
Fonte: Próprio Autor.

Devido à necessidade, alguns pinos acumulam 2 funções como, por exemplo, a Porta A que é utilizada para ler os sensores de abas às cortinas, individualmente.

### 3.2.1 Real Time Clock – RTC

O RTC é um módulo capaz de gerar uma contagem de tempo precisa a partir da oscilação de um cristal. Ele mantém a contagem de tempo mesmo que a energia principal seja desligada, através de uma bateria. O dispositivo selecionado para a implementação neste projeto foi o DS1307, que utiliza um *clock* externo de 32,768kHz, tensão de alimentação de 5V, bateria de 3V modelo CR2032 e possui interface de comunicação I2C. Na Figura 15, tem-se o circuito utilizado com o DS1307. Foi utilizada a montagem padrão recomendada pelo fabricante, incluindo os dois resistores R2 e R3, que são recomendados para garantir o nível lógico no barramento I2C, seus valores ôhmicos são padrões.

Figura 15 - Circuito do RTC.



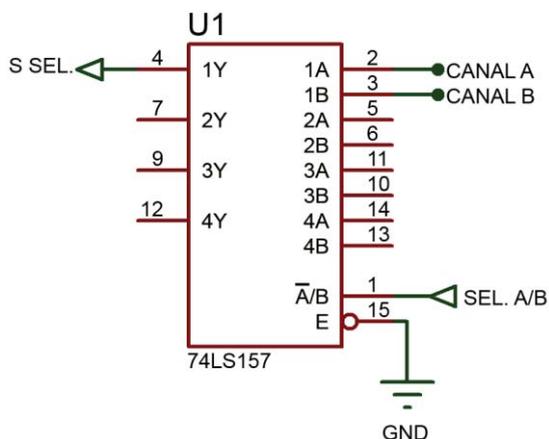
Fonte: Próprio Autor.

O DS1307 permite ser atualizado, sempre que necessário, à data e a hora por ele contado, para tanto foi desenvolvida uma interface que permite a qualquer momento essa atualização seja realizada.

### 3.2.2 Circuito de Multiplexação

O kit de desenvolvimento Arm utilizado possui 35 pinos I/O disponíveis para programação, porém o sistema necessita de no mínimo um total de 45 pinos, entre eles estão os pinos I/O, canais A/D, Comunicação I2C, Comunicação 1-Wire, e outros. Devido às outras características do Kit como, por exemplo, capacidade de memória e Processamento, atenderem a necessidade do projeto, optou-se por não trocar o modelo de kit, e sim, multiplexar alguns pinos para atender a demanda necessária. Na Figura 16, vê-se um circuito básico de multiplexação de canais utilizando o circuito integrado (CI) 74LS157. Nele pode-se escolher entre as portas A e B conforme o nível lógico aplicado à entrada de seleção  $\bar{A}/B$ . As portas A e B de cada 74LS157, possuem 4 pinos de entrada de sinal cada e a porta de saída Y possui 4 pinos de saída respectivos a cada par de pinos de entrada.

Figura 16 - Circuito Demonstrativo de Multiplexação de Canais



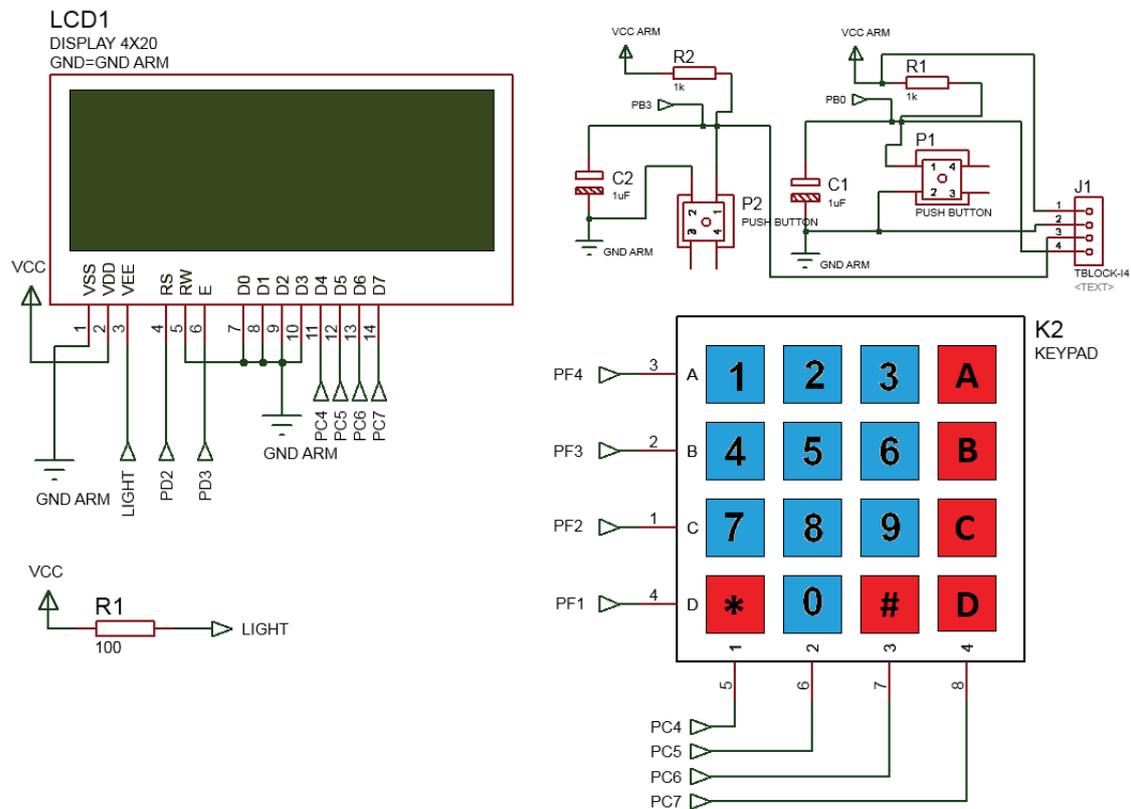
Fonte: Próprio Autor.

Outro método utilizado foi à multiplexação por firmware dos pinos de dados do display de interface com o usuário, com parte dos pinos utilizados no teclado matricial. Para tanto foi desenvolvida uma biblioteca(arquivo) de programação, que conforme a necessidade alterna entre escrever caracteres no display ou ler os valores digitados no teclado, este arquivo em encontra-se no Apêndice A. Foi utilizado também um terceiro método que consiste na multiplexação de canais com diodos, esse método foi utilizado para converter os 8 sinais gerados pelo sensor de direção de vento em 4 sinais codificados em código binário, e será explicado no item 3.8.4.1, juntamente com o desenvolvimento do sensor, e seus demais circuitos.

### 3.3 INTERFACE DE USUÁRIO

A interface de usuário consiste em um display LCD 20X4, família JHD 204A modelo: JHD629 G/W (LCD1), e um teclado matricial 4x4 de membrana (K2) e duas Chaves tátil (P1) e (P2), demonstrados no circuito eletrônico da Figura 17.

Figura 17 - Circuito de Interface de Usuário



Fonte: Próprio Autor.

No circuito de interface têm-se o primeiro modelo de multiplexação, o modelo por *software*, a multiplexação dos pinos correspondentes às colunas do teclado matricial, com os quatro pinos de dados do display (PC4 - PC7), é feita por *software*, e fisicamente os pinos são interligados diretamente sem a necessidade de qualquer ajuste para isso. O único ponto que se deve atentar é que quando se está usando o teclado, para evitar que o display imprima informações equivocadas, deve-se setar a entrada E (PD3), para nível lógico 1 (5V), assim bloqueando a função de recebimento de dados do display. Quando se quer imprimir no display, a entrada E (PD3) deve estar em nível lógico 0 (0V).

O resistor R1 serve com ajuste do brilho do display LCD, e foi fixado em 100Ω, devido ao brilho correspondente estar em um nível satisfatório. A chave táctil P1, é utilizada para entrar no modo Menu de Ajustes do sistema, sempre que o usuário quiser realizar ajustes no sistema, como por exemplo, hora, data, ou o peso inicial dos suínos, ele deve primeiramente pressionar a chave P1, e posteriormente seguir as informações exibidas nos display LCD, A chave P1 é usada somente para realizar a entrada no modo menu.

O resistor R2 é um resistor de polarização (*pull-up*) e o capacitor C1, servem para evitar o efeito *bouncing* na chave P1. No teclado matricial o efeito *bouncing* é removido por *software* e são utilizados os resistores de *pull-up* internos do microcontrolador, também acionados por *software* para garantir o nível lógico das teclas mecânicas do teclado.

A chave P2 é utilizada para entrar no modo movimentação manual das cortinas, e seu circuito é idêntico ao da chave P1, no modo manual de movimentação das cortinas o usuário pode posiciona-las por um tempo pré determinado e será melhor exemplificado no item 3.3.2.

### 3.3.1 Modo de Ajuste e Operação

A Figura 18 consiste em um fluxograma de funcionamento da função Menu de Ajustes, o sistema entra nesse modo após a chave P1 ser pressionada pelo usuário .

A cada etapa dentro das funções do Menu de Ajustes, existe a possibilidade do usuário sair, sem a obrigatoriedade de atualizar os valores, ou seja caso ocorra de o usuário entrar no Menu ou em uma opção errada ele pode simplesmente cancelar e retornar ao menu principal, e se caso for pode sair do Menu principal sem atualizar nenhuma variável.

No modo Menu de Ajustes, inicialmente é exibido aos usuários 4 opções principais no display LCD. A primeira opção é iniciar um lote novo, nessa opção o usuário deve digitar o peso médio em que os leitões chegaram à propriedade. O peso inicial é importante, pois segundo a Tabela 1, a faixa de temperatura e umidade aceitáveis varia conforme o peso dos animais. O sistema irá calcular o aumento do peso diário dos suínos baseado no número de dias transcorridos de alojamento multiplicado pelo ganho de peso médio diário dos últimos 3 lotes entregues pelo suinocultor. No Anexo A encontra-se as Fichas de Fechamento dos 3 últimos lotes entregues pelo suinocultor que serve de base ao trabalho. A média do ganho de peso médio diário destes 3 últimos lotes foi de 0,869kg/dia.

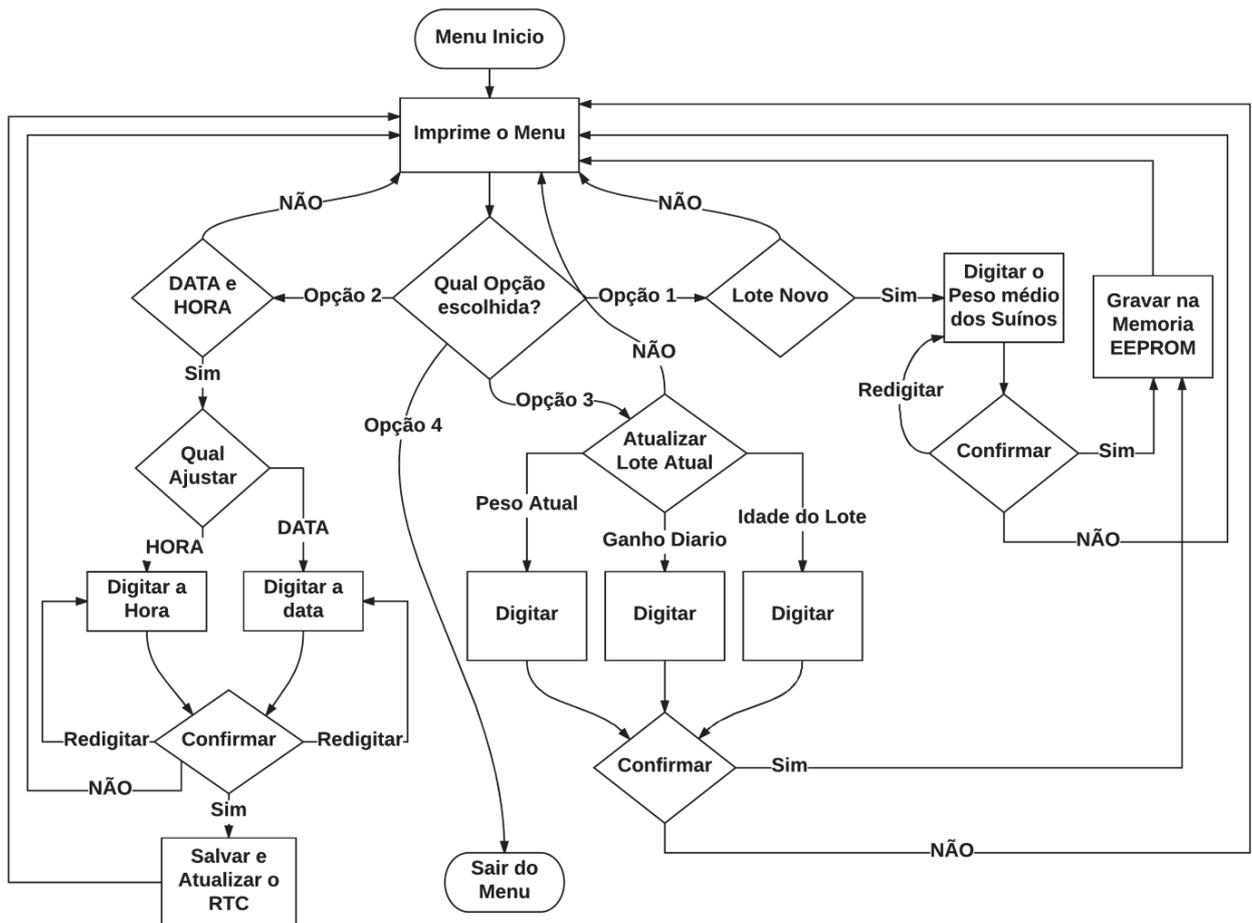
Na segunda opção disponível no Menu de Ajustes é possível atualizar a data e a hora do sistema. A hora e a data do sistema são controladas pelo circuito de RTC, portanto quando o usuário digitar a data ou a hora atualizada, o microcontrolador através da comunicação I2C, as envia para o RTC atualizando-o assim. Tanto a data, como a hora é indispensável para o correto funcionamento do sistema. A data é importante para a contagem de dias, e a hora para controlar aplicações que necessitam de tempo como, por exemplo, o sistema de umidificação, que quando acionado deve ficar não mais que 8 minutos ligado.

Na terceira opção disponível no Menu de Ajustes é possível ajustar os dados do lote atual, assim é possível atualizar o peso atual dos suínos, também o valor do ganho de peso

médio diário, isso na ocorrência de entrega de um novo lote e se usuário desejar atualizar este valor, e por fim é possível ajustar a quantidade de dias que o lote esta alojado. Vale ressaltar que esses ajustes posteriores são de responsabilidade do usuário e valores informados erroneamente podem prejudicar o correto funcionamento do sistema.

A opção 4 é sair do Menu de ajustes, retornando para o modo de funcionamento automático.

Figura 18 - Fluxograma de Funcionamento do Menu de Ajustes



Fonte: Próprio Autor.

### 3.3.2 Modo de Movimentação das Cortinas

Outra opção ao usuário do sistema é a possibilidade de movimentar as cortinas através da interface de usuário, para tanto é necessário que o usuário pressione uma chave dedicada a essa função, e seu circuito elétrico é idêntico ao da chave de acionamento da função Menu de Ajustes.

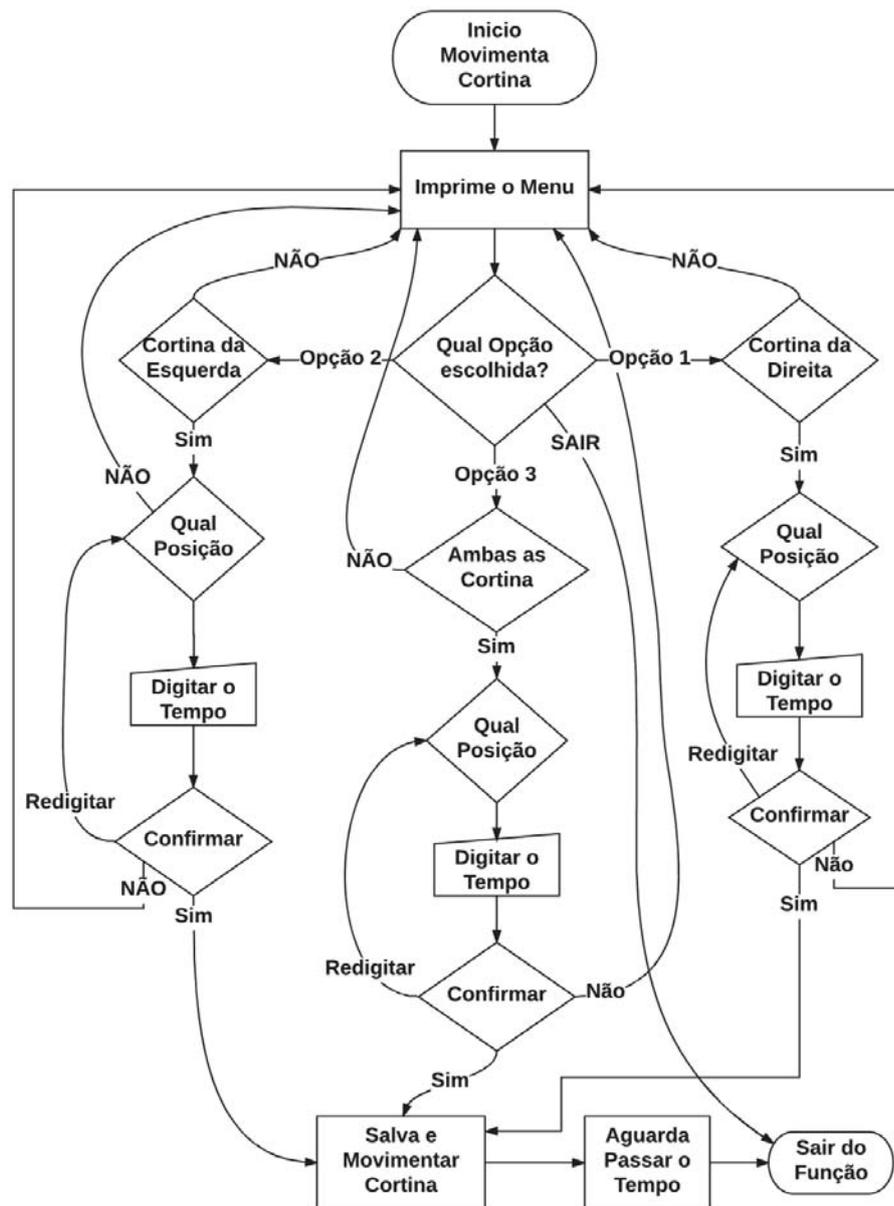
O fluxograma da Figura 19, demonstra o funcionamento desta função, ao ser pressionada a chave de entrada P2, é exibido no display o menu de movimentação das cortinas, nesta função também é possível que o usuário entre e saia dela sem fazer nenhuma modificação, isto serve para quando o usuário entrar nesse modo de forma equivocada ou então desistir de utilizá-la após entrar no menu, e possível desistir em qualquer etapa do processo, porém após a confirmação final não é mais possível cancelar.

Após ser impresso o menu no display o usuário pode escolher entre movimentar individualmente as cortinas, movimentar ambas as cortinas ou sair sem movimentar. Caso o usuário escolher um dos lados ele deve digitar a posição que ele deseja que ela se mova, e o tempo que ela deve ficar nessa posição. As posições disponíveis são as mesmas do modo automático, e são demonstradas no Apêndice C. O tempo máximo para essa aplicação é 06 horas.

Caso escolha ambas as cortinas, o usuário deve digitar a posição em que cada uma irá se mover, neste caso também as posições possíveis são as mesmas do modo automático, e o tempo que ambas deve permanecer nessa posição, o tempo também é limitado em 06 horas.

Caso ele digite a posição errada ou o tempo, tanto na opção uma cortina ou as duas cortinas, há a opção de redigitar os valores. Após a confirmação das posições e tempo, em ambas as situações, a função trava o programa principal até que transcorra o tempo informado. Passado o tempo, desbloqueia-se o programa principal e encera-se a aplicação, as cortinas permanecem na posição até o sistema autônomo as movimentar.

Figura 19 - Fluxograma de Funcionamento do Menu de Movimentação das Cortinas



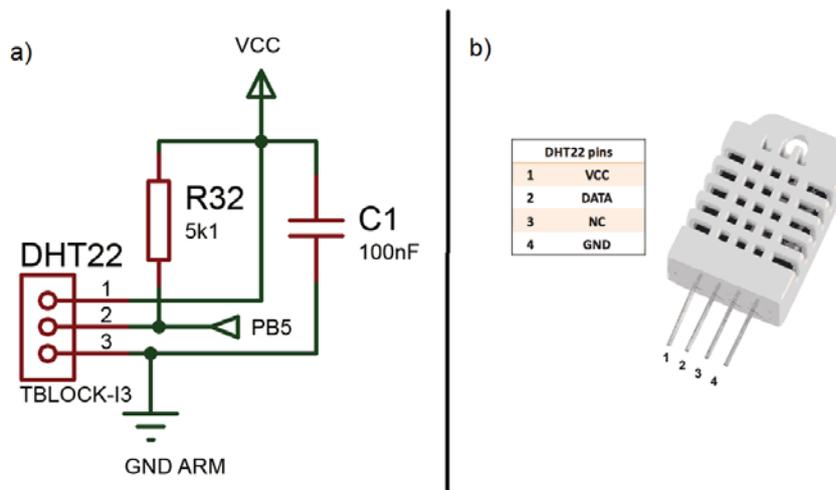
Fonte: Próprio Autor.

### 3.4 SENSOR DE TEMPERATURA E UMIDADE

Dentre os sensores existentes no mercado, existem alguns modelos que atendem os requisitos para serem utilizados no sistema, como por exemplo, os termistores e os sensores eletrônicos. Para o desenvolvimento do sistema foram escolhidos dois modelos. O primeiro sensor é o do modelo DHT 22/AMD2302, nele internamente além do sensor de temperatura, também um sensor de umidade. O sensor de temperatura é da família de termistores, enquanto o de umidade é da família de sensores capacitivos. Seu sinal é processado e digitalizado pelo

próprio sensor, através de um microcontrolador interno de 8 bits, a comunicação do sensor DHT22 com o kit ARM será feita através do protocolo de comunicação *1-wire™*, seu barramento utiliza apenas uma via de comunicação. Segundo o fabricante (AOSONG ELECTRONICS CO.) a umidade relativa é corrigida pela temperatura ambiente antes de ser informado pelo sensor. Na Figura 20a, encontra-se o circuito eletrônico recomendado pelo fabricante que consiste em um resistor (R32) de valor ôhmico de 5,1kΩ, ligado entre a fonte de alimentação e a via de dados do sensor, o qual serve para garantir o nível lógico da comunicação 1-wire. Além de e um capacitor (C1) de capacitância igual a 100nF, ligado a ambas as vias de alimentação do sensor, necessário para filtrar possíveis ruídos indesejados na alimentação do sensor. A saída PB5 representa a via de ligação direta com o microcontrolador, e a alimentação do sensor é proveniente do próprio kit de processamento ARM.

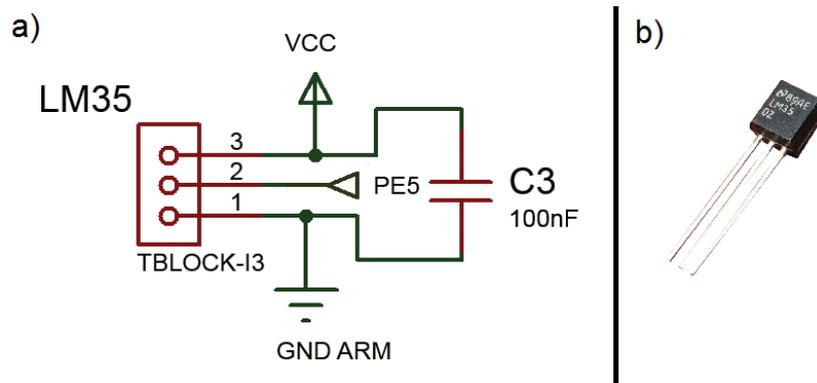
Figura 20 – a) Circuito Eletrônico. b) Figura Ilustrativa do Sensor DTH22.



Fonte: Próprio Autor.

Devido à importância na precisão da correta leitura da temperatura interna do galpão, foi utilizado um segundo sensor do tipo eletrônico modelo LM35. Este sensor serve para que o microcontrolador tenha uma segunda leitura de temperatura e assim tenha-se confiança no sistema desenvolvido. Na Figura 21, vê-se uma imagem do sensor e seu esquema elétrico. Não houve necessidade de condicionar seu sinal, porém optou-se por utilizar um capacitor (C3) de 100nF, para filtrar ruídos indesejados na alimentação do sensor.

Figura 21 – a) Circuito Eletrônico. b) Figura Ilustrativa do Sensor LM35.



Fonte: Próprio Autor.

Um segundo sensor Lm35 também foi utilizado para realizar a medição da temperatura externa do galpão, devido à necessidade de realizar o comparativo entre a temperatura externa e interna do galpão. Seu circuito de condicionamento também é representado pela Figura 21a.

### 3.5 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO

O sistema de nebulização foi desenvolvido para trabalhar em paralelo com o sistema já existente no local.

#### 3.5.1 Sistema Existente

O sistema existente consiste em uma bomba Dancor® 3.2 B11 - Centrífuga Multiestágio - Alta Pressão com motor WEG 1cv trifásico, que possui uma vazão máxima de 4,6 (m<sup>3</sup>/h) de água (DANCOR, 2017). Uma caixa reservatório para água de 250litros, uma válvula de retorno com acionamento mecânico, um manômetro que mede a pressão da água, e também um sistema de canos aéreos com dois bicos evaporadores por baia. O sistema instalado existente é apresentado na Figura 22.

Figura 22 - Sistema de Nebulização Existente



Fonte: Próprio Autor.

A válvula de retorno e os bicos ejetores devem ser pré-calibrados, para que o sistema tenha pressão suficiente, e que os bicos ejetem a água em forma de névoa e não gotejamento ou jato. Após essa calibração o sistema pode ser operado no modo liga e desliga apenas, não necessitando ser calibrado a cada uso. Porém, o fabricante recomenda que ao menos uma vez a cada três meses seja verificado sua calibração.

O sistema precisa permitir um modo de operação manual, visto que em algumas circunstâncias o suinocultor, precisa realizar aplicações de remédios e ou desinfetantes por este sistema. Essas aplicações sempre são recomendadas e orientadas pelo técnico veterinário, onde, o produto deve ser misturado à água dentro do reservatório e deve ser aplicado em dose única.

### 3.5.2 Sistema Autônomo de Umidificação

Sempre que a umidade do ar esteja abaixo de 50%, o sistema de nebulização é ligado por um tempo de 8 minutos, de modo que aumente a umidade do ar, mas não molhe nem as paredes ou o chão. Na Figura 23, vê-se o circuito de acionamento da bomba do sistema de nebulização do modo automático. A parte de controle do circuito foi isolada fisicamente e eletronicamente da parte de potência. Para o isolamento eletrônico foi utilizado um CI optoacoplador 4N25, o qual possui sua saída através de um transistor, o resistor de entrada R8 é dado pela equação (3.1). A corrente máxima do optoacoplador é de 60mA em sua entrada,

porém como o sinal será proveniente diretamente do kit Arm a máxima corrente de saída que ele admite é 8mA, isto quando em um modo de operação de alta corrente, o que não se fez necessário para aplicação, portanto utilizo-se a recomendada para uma aplicação de baixo consumo que é 4mA.

$$R = \frac{V_{on} - VF}{I_{4N25}} \quad (3.1)$$

Tendo como valores:

$I_{4N25} = 4 \text{ (mA)}$  – Corrente máxima adotada;

$V_{on} =$  Tensão máxima de acionamento Kit Arm 3,3 V;

$R = (R8)$  Resistor de entrada;

$VF =$  Tensão do Led do Optoacoplador, típica (1,5 V).

Substituindo os valores na equação chega-se ao resistor de valor ôhmico comercial de 470Ω. O resistor de saída R7, se faz necessário para que quando em condução limite a corrente de saída do 4N25. A máxima corrente de saída do 4N25 é de 50mA, porém optou-se por utilizar um 4N25 apenas como sinal de acionamento e utilizar transistor modelo BC547 como fonte de corrente para acionamento do Relé de saída, portanto para corrente de sinal optou-se em fixar em no máximo 10mA. Para tanto a queda de tensão Vce do 4N25 é de 0,4V, a Equação 3.2 demonstra o cálculo do resistor como resultado 1288 Ω, assim adotou-se um resistor de 1k5Ω.

$$R = \frac{V_{cc} - V_{ce4n24}}{I_{cmax}} \quad (3.2)$$

Tendo como valores:

$I_{Cmax} = 10 \text{ (mA)}$  – Corrente máxima adotada;

$V_{cc} = 12V$  – Tensão máxima de alimentação;

$R = (R8)$  – Resistor de Proteção na Saída;

$V_{ce4n24} = 0,4V$  – Queda de Tensão de Vce para  $I_c@10mA$ .

Para acionamento da fonte de corrente, a máxima corrente de base do BC547 é de 500μA, A Equação 3.3 resulta em um resistor de 21kΩ para limitar o sinal de entrada da base do transistor de acionamento do relé da carga, para tanto foi adotado um resistor de valor comercial de 22kΩ.

$$R = \frac{V_{R7} - V_{beBC547}}{I_{bmax}} \quad (3.3)$$

Tendo como valores:

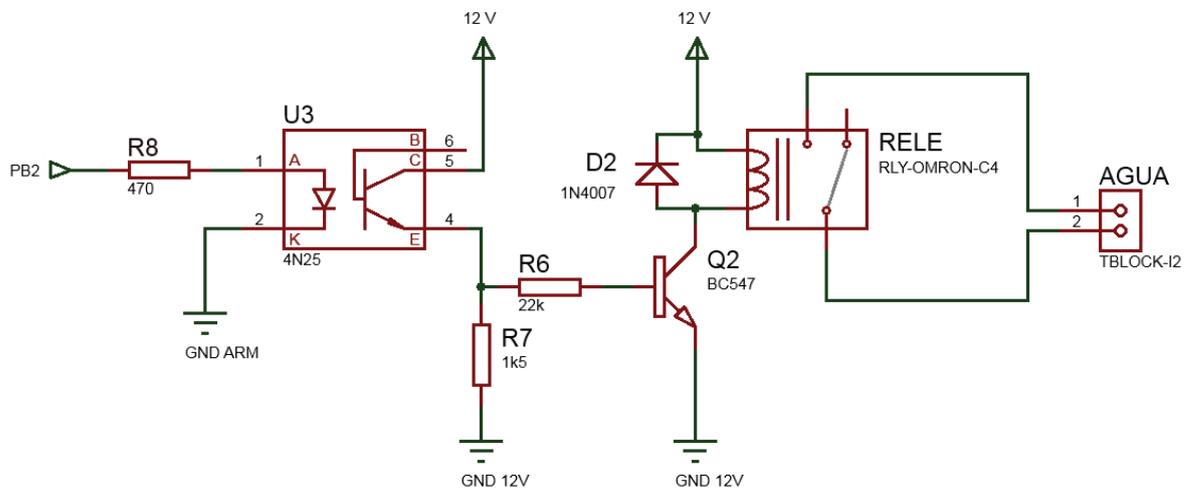
$I_{bmax} = 500 \text{ } (\mu A)$  – Corrente máxima BC547;

$V_{R7} = 11,6V$  – Tensão Sob o R7;

$R = (R6)$  – Resistor de base BC547;

$V_{bebc547} = 0,7V$  – Queda de Tensão de Vbe.

Figura 23 - Circuito de Acionamento Bomba de Umidificação



Fonte: Próprio Autor.

O reservatório de água sempre permanece cheio para uma eventual aplicação da água no modo umidificação ou no modo nebulização de produtos, o enchimento é controlado por uma válvula mecânica automática.

### 3.6 CIRCUITO SISTEMA DE VENTILAÇÃO

O sistema de Ventilação é acionado sempre que a temperatura estiver acima da recomendada e as cortinas estiverem completamente abertas, ou então quando houver acúmulo de gás e as cortinas também estiverem completamente abertas, a única diferença é que no segundo caso o sistema fica ligado apenas por 8 minutos. Esse tempo foi escolhido para que seja possível eliminar o gás, sem que nesse processo a temperatura interna sofra grandes impactos, ou ainda os animais sofram por estresse por temperatura abaixo do

recomendado. No primeiro caso os ventiladores ficam ligados até a temperatura interna entrar na faixa recomendada e então são desligados no próximo ciclo do sistema. O circuito de acionamento do sistema de ventilação é idêntico ao circuito de acionamento do sistema de nebulização.

Na Figura 24, têm-se os dois modelos de ventiladores, na Figura 24a, vê-se o modelo escolhido para demonstração no protótipo, é um ventilador modelo Q120A3 da marca Qualitas, bivolt, e em 220V AC, consome 110mA, o circuito de acionamento em sua saída admite acionar uma carga de até 10A. Na imagem Figura 24b têm-se o ventilador recomendado para o sistema, este modelo é o utilizado comumente em sistemas para Avicultura, consiste em um Ventilador marca Qualitas, modelo: Ventilador Aviário QLA85M8 GR, acionado por um motor Monofásico de 1/2cv, de Hélice de Nylon, com uma vazão de 8000m<sup>3</sup>h. (QUALITAS, 2016) O acionamento dos ventiladores no Galpão de Suinocultura deve ser instalado em paralelo ao acionamento existe.

Figura 24 a) - Ventilador Utilizado no Protótipo. b) - Ventilador Utilizado no Galpão de Base ao Trabalho.



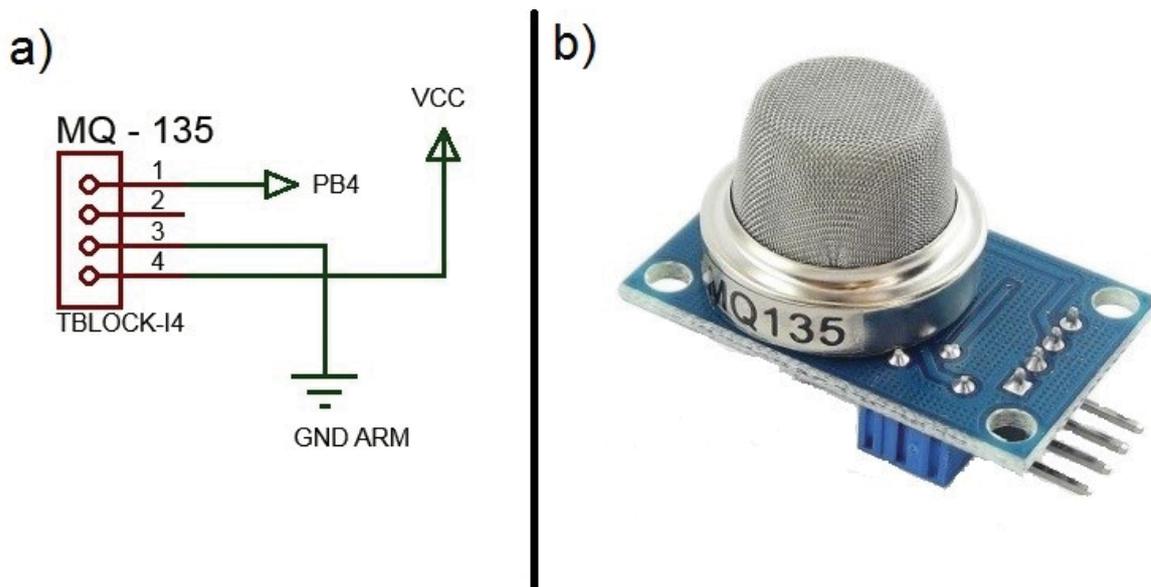
Fonte: Próprio Autor.

### 3.7 SENSOR DE GÁS

Para o sensor de gás Amonia(NH<sub>3</sub>) foi definido o sensor MQ-135, por ser de baixo custo, possuir uma faixa de aplicação compatível com o sistema, e de fácil utilização. Ele possui uma alimentação de 5 V, e duas saídas, uma analógica e uma digital. A saída digital é processada internamente na placa do sensor, ela possui um ampop na versão comparador que através de um trimpot de ajuste é possível ajustar um nível desejado, o qual quando atingido é

informado através da transição do nível lógico do pino de saída digital de 0 para 1. Já a saída analógica varia de forma proporcional a leitura do sensor e é informada diretamente no pino de saída sem nenhum tipo de ajuste ou filtro. Para o sistema desenvolvido, foi utilizado apenas a saída analógica do sensor. Na Figura 25, vê-se a o circuito de conexão do sensor com a placa de processamento e uma imagem da placa do sensor.

Figura 25 - Circuito Eletrônico e Figura Ilustrativa do Sensor MQ – 135.



Fonte: Próprio Autor.

Para que as leituras do sensor sejam confiáveis o fabricante recomenda que antes das mesmas começarem a ser adquiridas, o sensor deve ficar ligado no mínimo por um período de 12 horas, para que a resistência de aquecimento interna possa atingir uma temperatura linear na câmara de medição. Para a verificação do funcionamento do sensor, foi utilizado o gás proveniente de um Biodigestor, localizado em uma granja de suinocultura, e em testes o sensor variou sua medição de 10ppm até de 229ppm, porém não houve a possibilidade de realizar a aferição equipamento com outro equipamento calibrado.

### 3.8 MOVIMENTAÇÃO DAS CORTINAS

A movimentação das cortinas é realizada de forma automática pelo sistema. Para que isso ocorra todos os sensores devem informar ao microcontrolador suas variáveis de leitura,

ele processa essas variáveis e posteriormente atua nas cortinas, conforme o necessário. O sistema de movimentação é dividido em Motor/Redutor, Sensor de Vento, e Sensores de Posição.

### 3.8.1 Motor e Redução

O método de abertura e fechamento das cortinas tanto para Suinocultura como na Avicultura são iguais. Na Avicultura este sistema já é considerado consolidado, e as orientações dos fabricantes para os galpões de ambas as culturas é que neste sistema o motor das cortinas seja da potência de 0,5 cv para cortinas menores de 100 metros, e acima desse comprimento seja de 0,75 cv. Devido ao comprimento das cortinas no local de testes do protótipo ser inferior a 100 metros, a potência do motor adequada é de 0,5 cv. O modelo indicado para a utilização é o visto na Figura 26, pois já é vendido com a caixa de redução com manopla de segurança.

Figura 26 - Sistema de Movimentação da Cortina.



Fonte: <http://www.fancontrol.com.br/produto/5/69/maquina-de-cortina> Acessado em <20/05/2017>

Porém para fins de demonstração dos circuitos eletrônicos e demonstrativo do funcionamento do sistema eletrônico no protótipo será utilizado um motor DC com sistema de redução, para tanto foi escolhido o motor da marca BOSCH, modelo AHC 12V 0 390 201 989, de 3Nm, demonstrado na Figura 27, foi confeccionado um carretel e acoplado ao eixo rotativo do motor para que o cabo de içamento da cortina possa ser enrolado movimentando a cortina. Para a proteção dos motores foram utilizadas chaves de fim-de-curso Marca CQC, modelo KW11-7 de 3 terminais.

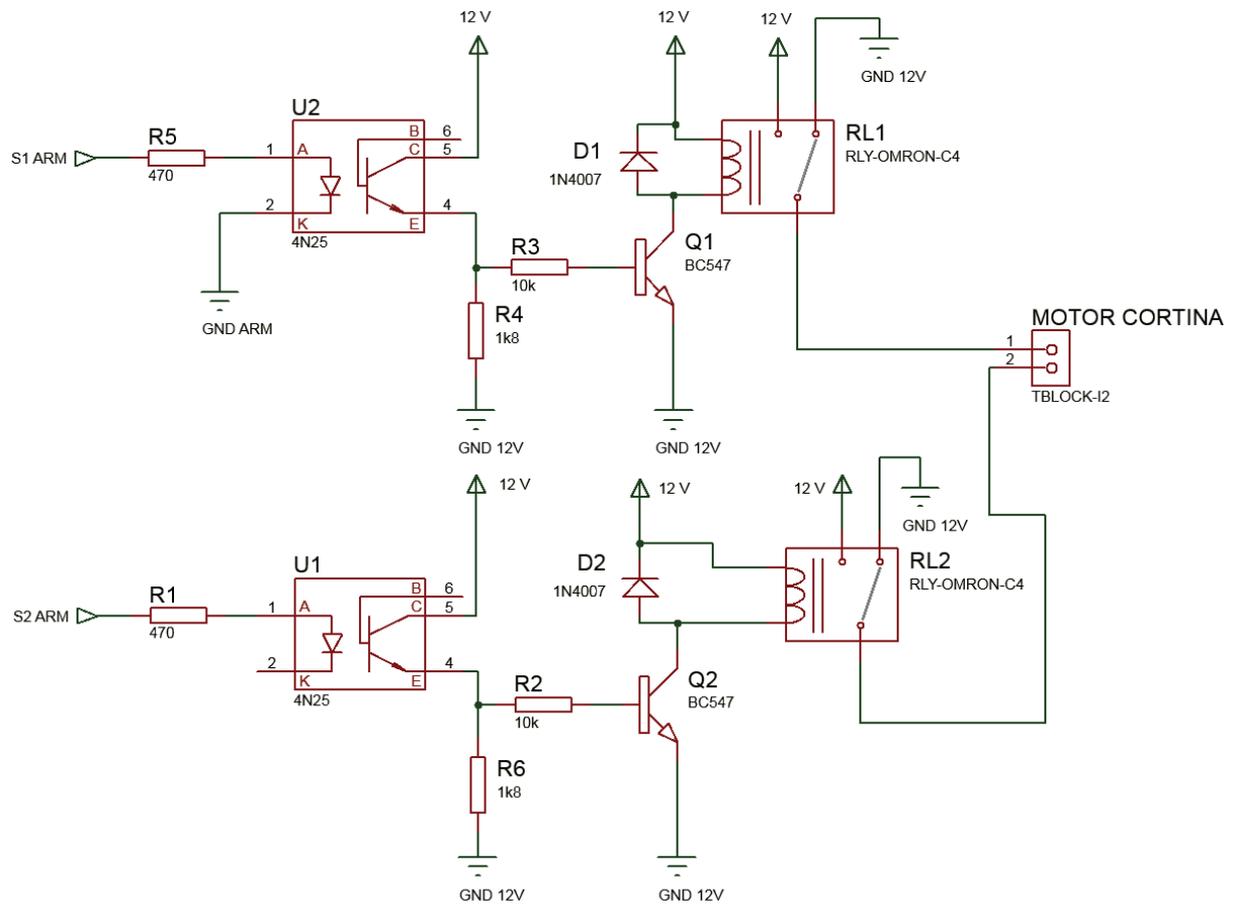
Figura 27 - Motor DC BOSCH AHC 12V 0 390 201 989



Fonte: (BOSCH )

Seu circuito de acionamento é similar ao da Figura 23, porém é usado em duplicata para realizar o movimento de subida e descida da cortina, a Figura 28, esboça o circuito utilizado, quando coloca-se S1 ARM em nível lógico 1 (3,3V) e deixa-se S2 ARM em nível lógico baixo(0V) , comuta-se o relé RL1 para 12V, portanto, tem-se 12V no pino um e GND no pino 2 do borne de saída do circuito, assim o motor da cortina começa a realizar o movimento de fechamento da cortina, quando inverte-se o nível lógico entre S1 ARM e S2 ARM, tem-se como consequência a reversão do movimento do motor e a cortina começa a ser aberta. Quando seta-se ambas as entradas S1 ARM e S2 ARM para nível lógico baixo (0V), o motor cessa o movimento.

Figura 28 - Circuito de Acionamento do Motor da Cortina



Fonte: Próprio Autor.

### 3.8.2 Sensor de Posição

No sistema de posicionamento das cortinas foram utilizados sensores magnéticos do tipo Reed Switch, o posicionamento das cortinas foi padronizado em 5 posições, sendo elas aberto, fechado, 25%, 50% e 75% fechado. No Apêndice C encontram-se as imagens do protótipo demonstrando essas 5 posições. Esses sensores foram escolhidos pela simplicidade de uso. Além desses sensores, também há, duas chaves de fim-de-curso para cada cortina, posicionadas nas extremidades e servem para evitar que a cortina avance além das posições Aberto e Fechado, colocando os motores em sobre carga, elas são usadas apenas como proteção do sistema e não como sensores propriamente ditos.

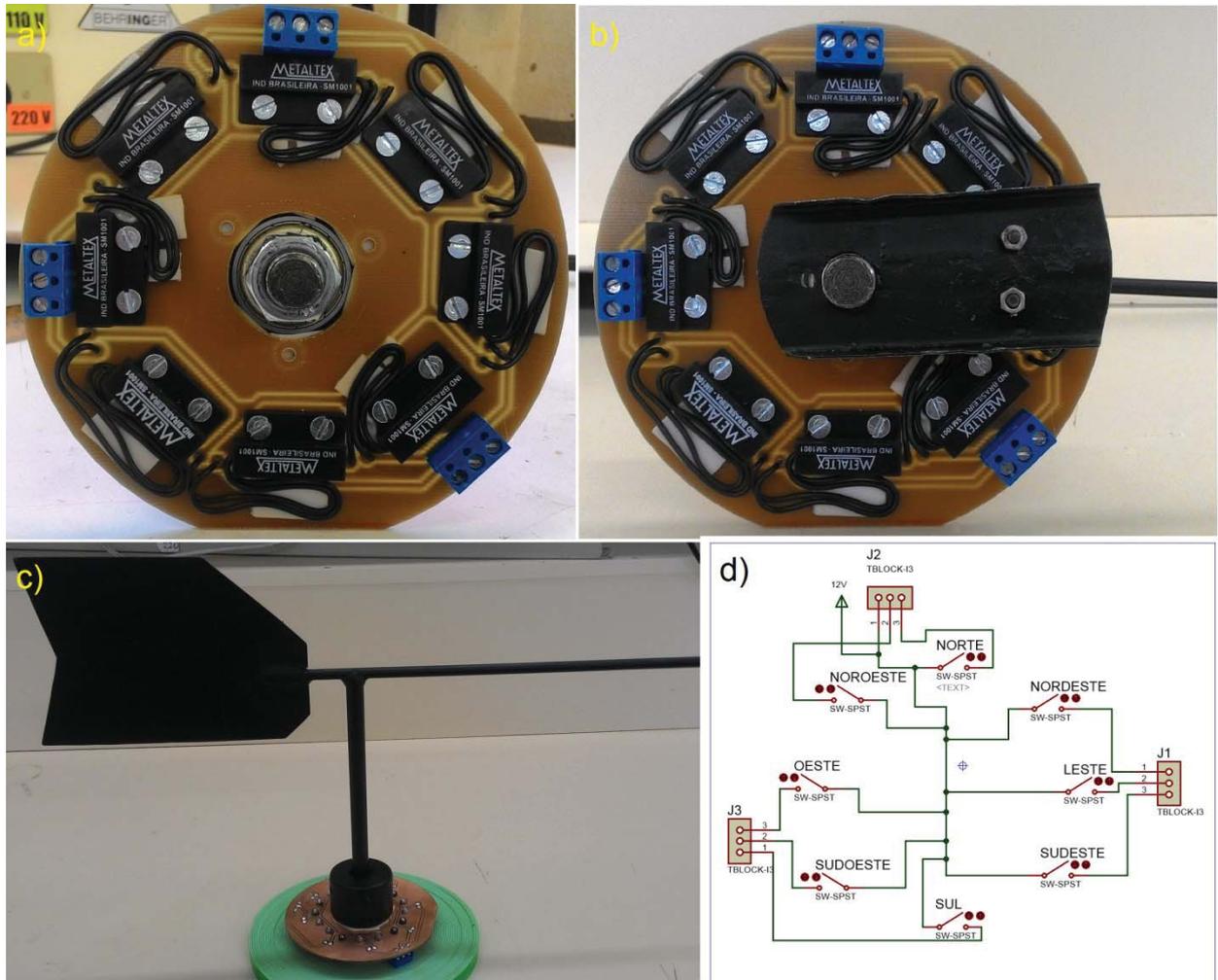
### **3.8.3 Sistema de Segurança para Falta de Energia no Sistema**

O modelo de caixa de redução recomendado para ser utilizado na movimentação das cortinas possui um sistema de segurança. Esse sistema consiste em uma manopla de movimentação externa a caixa de redução, que pode ser utilizada sempre que houver uma falha do sistema elétrico, seja por falta de energia fornecida pela rede elétrica, ou ainda se por algum motivo externo ou interno o sistema pare de funcionar. Esse sistema é muito importante, pois em caso de falha o suinocultor não precisa desmontar ou desacoplar o sistema da cortina para realizar sua movimentação. Para o protótipo esse sistema é desnecessário, portanto não será utilizado, mas é indispensável e deve ser usado quando o sistema for instalado em um galpão real.

### **3.8.4 Sistema de Monitoramento do Vento**

O monitoramento do vento faz-se necessário, para saber-se a direção do vento e atuar nas cortinas conforme o recomendado e exemplificado no item 2.4.1 deste trabalho. Para tanto foi desenvolvido o sensor demonstrado da Figura 29, este sensor foi desenvolvido em sua totalidade para a aplicação no projeto e baseiam-se nos que são normalmente utilizados em estações meteorológicas. Ele apresenta grande confiabilidade em sua utilização, e seu funcionamento é simples.

Figura 29 - Sensor de Direção do Vento – a) Placa de Aquisição; b) Detalhe da Haste Comutadora; c) Vista Lateral; d) Circuito Elétrico da Placa de Aquisição.



Fonte: Próprio Autor.

Foram desenvolvidos três circuitos para o sensor, o primeiro que essencialmente é o próprio sensor, pois o modelo usado em estações meteorológicas normalmente é apenas visual, ou seja, o usuário deve ir até o sensor e verificar visualmente em qual direção o vento está no momento.

Por tanto foi desenvolvido uma placa de aquisição com 8 sensores magnéticos visto na Figura 29a que são acionados conforme a movimentação da haste direcional vista na Figura 29b, indicando a direção do vento. Na Figura 29c, tem-se a imagem total do sensor, em vista lateral, o formato de seta ajuda a realizar uma verificação visual da direção do vento podendo assim comparar com a leitura obtida através dos sensores magnéticos. Na Figura 29d, tem-se o primeiro circuito do sensor de direção de vento denominado placa de aquisição, o qual consiste em 8 chaves magnéticas (sensores) interligadas por um de seus contatos, quando

acionados os sensores comutam um sinal de 12V que posteriormente passa por um circuito de codificação e outro de condicionamento, e assim é lido pelo microcontrolador.

Independentemente da existência ou não do vento, o sensor sempre aponta para última direção que houve vento, isso não é um problema para o sistema visto que quando não há vento a abertura ou fechamento das cortinas pode ser feito de um modo indiscriminado. Os outros dois circuitos são descritos a seguir.

#### 3.8.4.1 Circuito de Codificação do Sinal

Devido à necessidade de multiplexar alguns canais do microcontrolador, optou-se por codificar os bits referentes às leituras dos 8 sensores magnéticos que formam o sensor de direção de vento. Para tanto foi criado um circuito elétrico com diodos, baseado na Tabela 3, que demonstra conforme a chave acionada o seu código corresponde de saída. O código de saída é baseado no código binário, onde quando em nível lógico alto (1), tem-se aproximadamente 12V, e quando se está em nível lógico baixo, tem-se 0V, a Figura 30a, contém o circuito correspondente a codificação do sinal.

Tabela 3 – Correspondência Das Direções da Rosa dos Ventos, com o Codificador de Diodos.

Chave Magnética	Código Binário Correspondente
Norte	0001
Nordeste	0010
Leste	0011
Sudeste	0100
Sul	0101
Sudoeste	1000
Oeste	1010
Noroeste	1100

Fonte Próprio Autor.

Vale atentar que apenas uma chave magnética é acionada por vez, portando apenas um código é exibido na saída do circuito. Com a codificação do sinal, conseguiu-se a redução de 8 sinais vindos da aquisição para 4 sinais resultantes. Esses sinais precisam antes passar pelo circuito de condicionamento para posteriormente serem lidos pelo microcontrador. Os diodos utilizados na aplicação são do modelo MUR160. A corrente máxima que passa pelo diodo é

de aproximadamente 1mA. O Conector J2 visto na Figura 30a é interligado por cabos ao conector DIRECAO VENTO visto na Figura 30b.

#### 3.8.4.2 Circuito de Condicionamento do Sinal

O Circuito de condicionamento de sinal do sensor de direção de vento, mostrado na Figura 30b, consiste em drive com um divisor resistivo para os 4 bits provindos do circuito de codificação. Cada código representa uma posição na Rosa dos Ventos. O divisor de tensão se faz necessário, devido à tensão de chaveamento proveniente da placa de aquisição.

A Equação 3.4 esboça a equação padrão usada por cada bit do código. Quando o sinal vindo da placa de codificação for ideal 12V, ou seja sem a queda de tensão nos diodos ou no cabo, o trimpot deve ser ajustado para uma resistência interna de 7k5Ω, e ter-se-á a tensão de 4,5V na entrada do Kit Arm. A corrente de entrada do kit Arm pode ser desprezada, pois na opção dos pinos como entrada o Kit Arm os seta como entradas em alta impedância. Quando o sinal vindo da placa de codificação, for menor que a tensão de alimentação(12V), isso devido à queda de tensão provocada pelo aumento da resistência do fio conforme distância percorrida pelos cabos do sensor entre as placas e a queda de tensão provocada pelos diodos do circuito de codificação, deve-se ajustar o trimpot até que a tensão desejada de 4,5V esteja satisfeita.

$$V_s = \frac{V_{cc} \cdot (R_1 + R_2)}{(R_1 + R_2)} - V_d \quad (3.4)$$

Tendo como valores:

$V_s = 4,5V$  – Tensão de entrada Kit Arm;

$V_{cc} = 12V$  – Tensão de chaveamento dos Reed Switch;

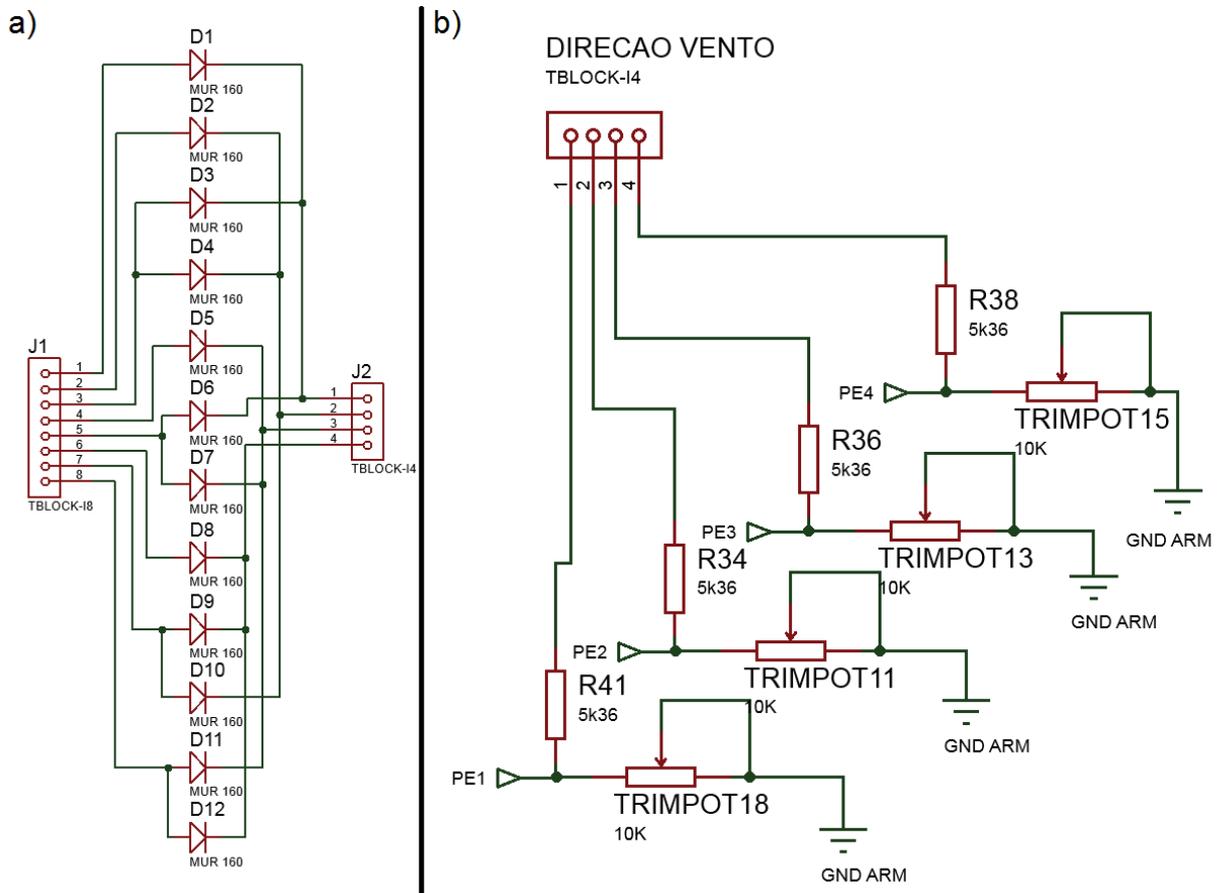
$V_d = 0,5V$  – Queda de Tensão do Diodo de Codificação;

$R_1$  = Resistor de equalização de entrada;

$R_2$  = Trimpot de Ajuste de nível de Tensão .

Optou-se por inserir um Trimpot no circuito e não um resistor, para ser possível esse ajuste de tensão de entrada no microcontrolador. Esse ajuste é necessário quando a distancia do sensor com o microcontrolador for alterada, ou o modelo do cabo ou ainda a variação da queda de tensão o modelo de diodo utilizado. O sistema é desenvolvido para atuar em mais de um modelo de galpão de suinocultura, e essas distancias podem sofrer grandes variações.

Figura 30 a) Circuito de Codificação do Sinal b) - Circuito de Condicionamento de Sinal do Sensor de Direção do Vento



Fonte: Próprio Autor.

Os quatro bits de sinal providos da placa de codificação, após passar pelo circuito de condicionamento, são lidos diretamente nos pinos de entrada do Kit Arm.

### 3.9 CIRCUITO DE REDUNDÂNCIA

Para melhorar a confiança no sistema foi desenvolvido um segundo circuito eletrônico escravo com um microcontrolador próprio, também do mesmo modelo que o microcontrolador principal, este circuito serve apenas para obter-se uma segunda leitura, e não é capaz de atuar nos sistemas. Ele comunica-se com o microcontrolador principal através do protocolo de comunicação I2C, e foi configurado como Escravo, portanto sempre que o

microcontrolador principal(Mestre) solicitar ele envia suas leituras para comparativo entre as mesmas.

O circuito escravo possui os seguintes sensores, um DHT22, dois LM35, um sensor de gás MQ-135, e também recebe uma amostra da leitura do sensor de direção de vento. Todos os circuitos são iguais ao do mestre, porém foi removido o teclado matricial. Como consequência também foi removido o circuito multiplexador. Assim, todas as saídas do circuito condicionador de sinal, do sensor de direção de vento, estão ligadas diretamente ao microcontrolador. Similar ao circuito mestre, os sensores DHT22, e um LM35 e o MQ-135, fazem suas leituras internas do galpão, o segundo LM35 serve para fazer uma leitura externa ao galpão e o sensor de direção de vento é dividido igualmente com o microcontrolador mestre. A Figura 42, do Apêndice B, contém o esquemático completo de todo o circuito da placa secundária.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão abordados os testes realizados e resultados obtidos pelos sensores, e uma breve explicação sobre eles.

### 4.1 SENSOR DE UMIDADE E TEMPERATURA DHT22

Para aferição dos testes de bancada do sensor temperatura e umidade DHT22 foi utilizado um equipamento Termostato – Higrostatato da marca SOLOTEST, demonstrado na Figura 31.

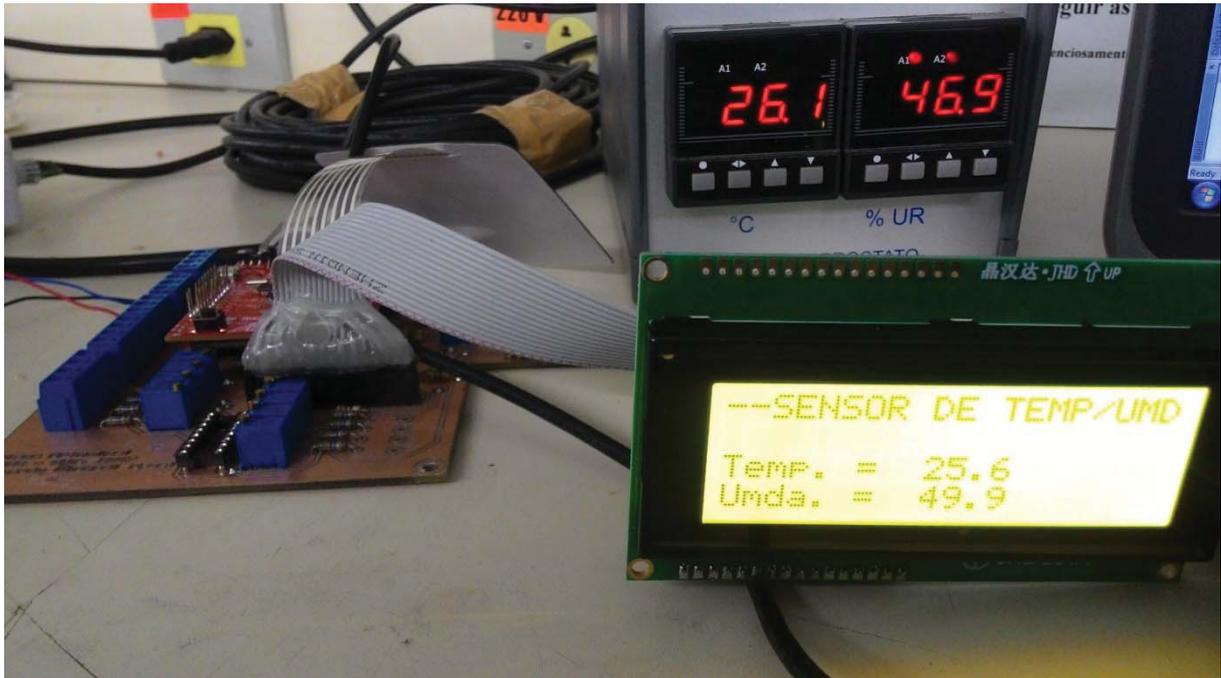
Figura 31 - Termostato – Higrostatato da Marca SOLOTEST



Fonte: Próprio Autor.

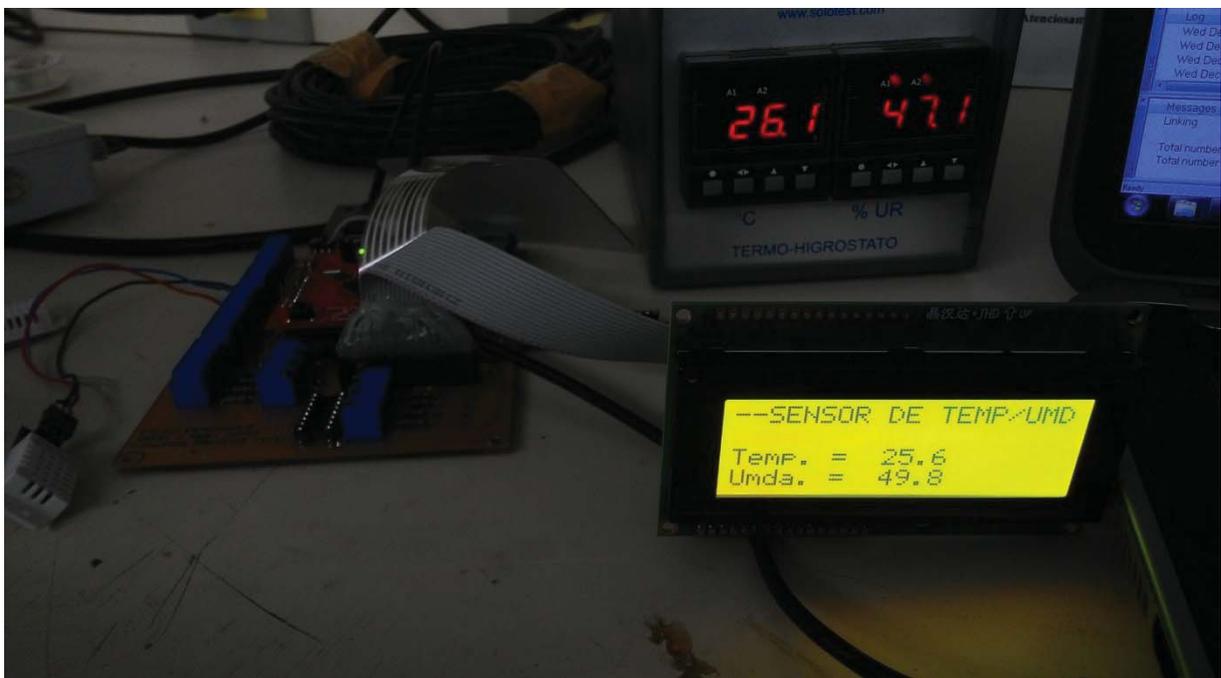
Os resultados obtidos são demonstrados nas Figura 32 e Figura 33 houve um erro de aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  em relação à obtida pelo Termo-Higrostatato, o que condiz com o erro normal informado pelo fabricante que também é  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Quanto à umidade, a variação foi de 2% de erro, ficando no limite também informado pelo fabricante, devido à faixa de temperatura ter  $8^{\circ}\text{C}$  de diferença entre o valor mínimo e o valor máximo na menor escala um erro de  $0,5^{\circ}\text{C}$  é aceitável. Do mesmo modo, a faixa aceitável de umidade relativa é entre 50% e 70%, e um erro de 2% também é aceitável.

Figura 32 - Teste do Sensor DHT22



Fonte: Próprio Autor.

Figura 33 - Teste do Sensor DHT22

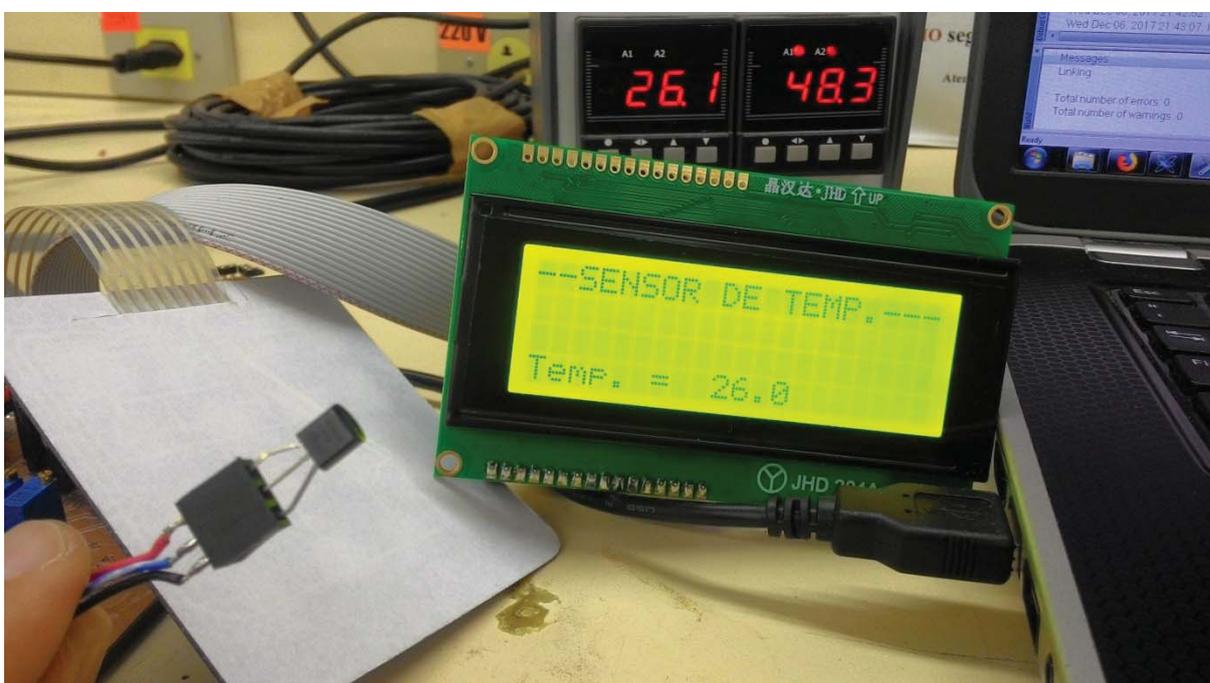


Fonte: Próprio Autor.

## 4.2 SENSOR DE TEMPERATURA LM35

Para realizar a aferição do sensor de temperatura LM35, também foi utilizado o mesmo Termo-higrostató, porém foi desconsiderada a medição da umidade por ele realizada. A Figura 34 demonstra o resultado obtido. O erro obtido nos testes do sensor LM35 foi de 0,1°C, o que devido à faixa de temperatura já comentada no teste do sensor DH22 é aceitável.

Figura 34 - Teste do Sensor de Temperatura LM35



Fonte: Próprio Autor.

Como os circuitos dos sensores LM35, utilizados serem todos iguais, basicamente o sensor é ligado diretamente ao microcontrolador, foi realizado o teste com apenas um deles, e se considera o mesmo resultado aos demais.

## 4.3 SENSOR DE GÁS MQ-135

O sensor de gás MQ-135, não pode ser aferido, devido à universidade não possuir um equipamento que realize mensuração gás Amônia ambiente, mesmo assim, foram realizados alguns testes na propriedade do suinocultor que serve de base ao projeto. E obteve-se uma

variação desde 14ppm até 228ppm, Figura 35 e Figura 36, o sensor precisa permanecer ligado por no mínimo 12 horas para que a câmara de medição interna do sensor, a qual possui uma resistência de aquecimento, possa estabilizar a temperatura interna, e ai sim suas leituras se tornem estáveis e validas. Para o teste do sensor foi respeitado um intervalo de 20 horas com o sistema ligado. Também para facilitar o deslocamento através da propriedade utilizou-se uma bateria 12V, para alimentar o circuito. As leituras obtidas tanto internamente quanto externamente aos dois galpões de suinocultura, não obtiveram um valor mínimo. Assim optou-se por realizar o teste diretamente no biodigestor, local onde á grande concentração de gases acumulados internamente.

Figura 35 - Teste de Gás, no Bocal de Saída do Biodigestor. Início do Teste.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 36 - Teste de Gás, no Bocal de Saída do Biodigestor. Valor Máximo Obtido.



Fonte: Próprio Autor.

O sensor apresentou uma variação rápida, de 3 a 4 segundos, para atingir o nível máximo. Devido aos testes realizados e a resposta do sensor no teste do biodigestor, acredita-se que ele atenda as necessidades do projeto.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término deste trabalho, pode-se observar que o sistema é de grande importância em proporcionar o bem-estar dos suínos submetidos a essa tecnologia. Visto que a redução de 46% no ganho de peso em suínos que sofrem com estresse por temperatura comprovadas por KIEFER *et al.*, 2010 são irreversíveis, pois a ração não consumida, não será compensada pelo animal quando em estado normal. Além disso, tem-se que considerar o volume produzido de carne suína no mundo, que no ano de 2016 foi de 109.889 mil Toneladas.

Através das análises realizadas com os sensores é possível dizer que o sistema é funcional, e os objetivos iniciais do projeto foram alcançados. O estudo teórico foi de fundamental importância para entender melhor o funcionamento e as aplicações de cada tipo de sensor e os demais componentes necessários para o sistema de aquisição e atuação.

O microcontrolador apesar de atender o sistema quando se refere aos periféricos e ao seu nível de processamento, possui uma quantidade limitada de pinos de entrada e saída de dados foi um desafio. A solução encontrada de se multiplexar os canais com o CI74LS157, inicialmente pareceu ser possível de utilizá-la em todos os pinos necessários, mas devido à diferença de tensão de trabalho, só foi possível utilizá-lo na interface das cortinas. A solução por firmware do display/teclado é relativamente simples e pode ser utilizada sempre que ambos os periféricos forem usados. A solução através dos diodos foi utilizada, pois o CI 74LS157 que estava sendo utilizado para multiplexar os sinais entre teclado matricial e o sensor de direção de vento estava influenciando a leitura do teclado matricial o que inviabilizou sua utilização, portanto optou-se por multiplexar os bits do sensor de direção de vento. Uma sugestão para uma próxima melhoria do sensor de direção de vento seria que a placa de aquisição e a placa de codificação fossem a mesma, ou seja, utilizar uma placa única com um circuito englobando as duas partes. Isto seria útil para reduzir o número de fios entre a aquisição e o circuito de condicionamento do sinal.

O sensor DHT22, apesar de apresentar uma boa resposta em suas leituras, e um erro aceitável, também apresentou em algumas leituras, valores errôneos durante as análises, mas sempre apenas uma das duas leituras que ele apresenta, (umidade e temperatura), e a outra normal, o que caracteriza que o problema foi à própria leitura e não a comunicação entre o sensor e o microcontrolador, para um trabalho futuro seria interessante a substituição do mesmo por outro modelo. Por outro lado, o sensor LM35, funcionou como o esperado.

O circuito de RTC funcionou conforme o esperado, e é possível atualiza-lo através da interface para o usuário. A interface de usuário oferece uma variedade grande de ajustes, que

quando ajustados corretamente tornam o sistema ainda mais eficiente, sua utilização ficou relativamente simples e todas as informações necessárias são exibidas no display. O desenvolvimento do sensor de direção de vento foi relativamente simples e demonstrou confiabilidade nos testes.

O Sensor de Gás, MQ-135, por ser um sensor de baixíssimo custo, apresentou uma medição razoável, mas sem um equipamento para aferição torna-se pouco confiável.

A necessidade ainda de realizar uma bateria de testes contínuos do sistema em funcionamento com todos os sensores, visto que alguns sensores não foram possíveis de serem juntados ao circuito completo, pois, houve uma incompatibilidade de firmware dos mesmos com o firmware principal.

A utilização do segundo microcontrolador é opcional, mas muito importante, pois quanto maior o número de leituras avaliadas, maior a confiabilidade do sistema,

## REFERÊNCIAS

- ABCS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUINOS. **Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos**. 1. ed. Brasília: ABCS, v. 1, 2011. 140 p.
- ABPA. **Relatório Anual 2016**. ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. São Paulo, p. 44-73. 2016.
- ABPA. **Relatorio Anual 2017**. ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. São Paulo - SP, p. 44 - 72. 2017.
- ANDREIS, F. R. **Sistema Microcontrolado para Ajustes de Um Equipamento de Monitoramento de Risco Elétrico em Sala de Cirurgia**. Universidade de Passo Fundo. Passo FUnDo , p. 92. 2016. (46).
- AOSONG ELECTRONICS CO. **Temperature and humidity module - AM2303 Product Manual**. [S.l.]. Datasheet AM2303.
- BISCARO, G. A. **Meteorologia Agrícola Básica**. 1. ed. Cassilândia - MS: UNIGRAF, v. 1, 2007.
- BOSCH. BOSCH. **BOSCH I-Business**. Disponível em: <[http://www.bosch-ibusiness.com/boaaelmoocs/category/AHC%20und%20AHC%202/278?locale=en\\_GB](http://www.bosch-ibusiness.com/boaaelmoocs/category/AHC%20und%20AHC%202/278?locale=en_GB)>. Acesso em: 08 nov. 2017.
- CAMARGO,. **MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO**. Universidade de Brasília. Brasília. 2006.
- CARVALHO, E. D.; OLIVEIRA, S. M. P.; TURCO, H. N. Utilização da Nebulização e Ventilação Forçada sobre o Desempenho e a Temperatura da Pele de Suínos na Fase de Terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1486 - 1491, 2004.
- CASTRO, S. D. **Sensores de Umidade: Caracterização e Desenvolvimento de Dispositivo Eletrônico**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. Itajubá, p. 67. 2011. (20).
- CNA-BRASIL. **Balanço 2016 Perspectiva 2017**. CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Brasília, p. 138-143. 2016.
- COFFEY, ; PARKER, G. ; LAURENT, M. **Feeding Growing-Finishing Pigs**. University of Kentucky - College of Agriculture. Lexington, p. 2. 1995. (ASC-147). Link: <http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/asc/asc147/asc147.pdf> Acessado em 01/05/2017.
- COLLIN, A. et al. Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. **Journal of Animal Science**, 79, 2001. 1849-1857. Link: [https://www.researchgate.net/publication/11877639\\_Effect\\_of\\_high\\_temperature\\_and\\_feedin\\_g\\_level\\_on\\_energy\\_utilization\\_in\\_piglets](https://www.researchgate.net/publication/11877639_Effect_of_high_temperature_and_feedin_g_level_on_energy_utilization_in_piglets) Acessado em 07/05/2017.

DALL' AGNOL, A. **Monitor da Qualidade do Ar em Ambientes Fechados**. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, p. 1-93. 2013. (26).

DANCOR. Série CAP 3.2 B/BHD Centrífuga Multiestágio - Alta Pressão. In: \_\_\_\_\_  
**Catálogo Geral 60 Hz**. [S.l.]: [s.n.], 2017. p. 116-117.

DE ZEN, S.; ORTELAN, C. B.; DEBATI, M. **Suinocultura Brasileira Avança no Cenário Mundial**. CNA Brasil - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. Brasília, p. 1. 2015.

FÁVERO, A.; BELLAVER, . **PRODUÇÃO DE CARNE DE SUÍNOS**. Embrapa Suínos e Aves. Concórdia (SC), p. 1-15. 2002.

FAWC. **Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future**. FAWC - Farm Animal Welfare Council. Londres. 2009.

FLORES, ; GOMES, . **Cinemática e Dinâmica de Paulo Engrenagens**. Universidade do Minho. Guimarães, p. 45. 2014. (2-3).

HANNAS, M. I. Aspectos Fisiológicos e a Produção de Suínos em Clima Quente. In: SILVA, I. J. O. D. **Ambiência e Qualidade na Produção Industrial de Suínos**. 1. ed. [S.l.]: FEALQ , v. 1, 1999. p. 1-30.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores IBGE - Estatística da Produção Pecuária**. IBGE. Brasília, p. 12-16. Junho de 2017.

KIEFER, C. et al. Respostas de Suínos em Terminação Mantidos em Diferentes Ambientes Térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador-BA, v. 11, n. 1, p. 496-504, Junho 2010.

LUDTKE, C.; CALVO, A. ; BUENO, D. Perspectivas para o bemestar. In: SUÍNOS, A. -A. B. D. C. D. **Produção de Suínos Teoria e Prática**. 1. ed. Brasília: Gráfica Qualitá, v. 1, 2014. Cap. 4, p. 133 - 145.

MANNO, M. C. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 471-477, set. 2006.

MORES, T. J. **Efeito da Termonebulização com Desinfetantes do Desempenho Zootécnico e Sanitário em Suínos na Fase de Terminação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre, p. 65. 2010.

MOURA, J. D. Ventilação na Suinocultura. In: SILVA , J. O. D. **Ambiência e Qualidade na Produção Industrial de Suínos**. 1. ed. Santa Maria: FEALQ, v. 1, 1999. p. 150.

NÄÄS, D. A.; JUSTINO, E. Sistemas de Climatização Parcial e Total em Granjas de Suínos. In: FERREIRA, A. , et al. **Produção de Suínos: Teoria e Prática**. 1. ed. Brasília: Gráfica Qualitá, v. 1, 2014. Cap. 21, p. 896 - 905.

NETO, H. N. C. **CONFORTO TÉRMICO APLICADO AO BEM-ESTAR ANIMAL**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Goiania, p. 12. 2014.

NETO, J. S. **AVALIAÇÃO DO SISTEMA 1-WIRE TM PARA AQUISIÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA EM INSTALAÇÕES AGRÍCOLAS**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 1-129. 2003. (18).

OLIVEIRA, P. A. D. Qualidade do Ambiente no Crescimento de Leitões. In: SILVA, I. J. O. D. **Ambiência e Qualidade na Produção Industrial de Suínos**. 1. ed. [S.l.]: FEALQ, v. 1, 1999. p. 131-145.

PAZOS, F. **Automação de Sistemas e Robótica**. Rio de Janeiro.: Editora Axcel Books, v. 1, 2002.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. D.; NONES, K. **Produção de Suínos e Meio Ambiente**. Embrapa. Concórdia-sc, p. 1-17. 2001.

QUALITAS. **Ficha Técnica Ventilador Aviário QLA85M8 GR**. Itapira - SP. 2016.

ROHR, S. A.; DALLA COSTA, O. A.; DALLA COSTA, F. A. **Bem-estar Animal na Produção de Suínos Toda Granja**. 1. ed. Brasília: Sebrae, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas -; ABCS, Associação Brasileira dos Criadores de Suínos -, v. 1, 2016.

SILVA, I. J. O. D. Sistemas Naturais e Artificiais do Controle do Ambiente - Climatização. In: SILVA, I. J. O. D. **Ambiência e Qualidade na Produção Industrial de Suínos**. 1. ed. [S.l.]: FEALQ, v. 1, 1999. p. 81-108.

SILVA, S. L. E.; KASCHNY, R. D. A. **Aplicações do Protocolo I<sup>2</sup>C em Sistemas Microcontrolados**. Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas - TO. 2012.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. D. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. 8. ed. São Paulo: Editora Érica, v. 1, 2011.

WENDLING, . **Sensores**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Guaratinguetá. 2010.

## APÊNDICE A – BIBLIOTECA DISPLAY 4X20/TECLADO 4X4

```

/**Criado Parcialmente Pelo Professor Adriano Luis Toazza,
Modificado e Atualizada e POR RICARDO GIRARDI FROSI, entre 2016/2 e
2017/2***/
/** BIBLIOTECA 4 BITS PARA DISPLAY LCD 20X4 FAMILIA JHD 204A
Modelos: JHD629 G/W, JHD629 Y/YG, JHD629 B/W
Fabricante: ShenZhen Jing Handa Electronics Co.,Ltd (JHD)
Link do Fabricante: http://www.jhdlcd.com.cn/204character.html***/
/** Bibliote para Teclado Matricial de Membrana com 4 linhas por 4
colunas, Modelo generico.***/

//#include "LCD20x4/Tecl4x4FROSI.h"

/* PINOS UTILIZADOS NESSE DISPLAY E NESSA ORDEM
ARM / função ou/e Pino do Display
GND = VSS = PINO 1
VCC = VDD = PINO 2
RES. 100 ohms p/ VCC = PINO 3
PD2 = RS = PINO 4
GND = RW = PINO 5
PD3 = E = PINO 6
GND = PINO 7
GND = PINO 8
GND = PINO 9
GND = PINO 10
PC4 = D4 = PINO 11
PC5 = D5 = PINO 12
PC6 = D6 = PINO 13
PC7 = D7 = PINO 14
VCC = PINO 15
GND = PINO 16

```

## MAPA DE POSIÇÃO DOS CARACTERES DO DISPLAY 4 x 20 EM HEX

n°guia	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F	90	91	92	93
2	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF	D0	D1	D2	D3
3	94	95	96	97	98	99	9A	9B	9C	9D	9E	9F	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
4	D4	D5	D6	D7	D8	D9	DA	DB	DC	DD	DE	DF	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
n°guia	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

## MAPA PINOS TECLADO MATRICIAL 4X4

	Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4
Lin. 1	1	2	3	A
Lin. 2	4	5	6	B
Lin. 3	7	8	9	C
Lin. 4	*	0	#	D

Teclado/PINO	ARM
Lin. 1 Pino 1	= PF2
Lin. 2 Pino 2	= PF3
Lin. 3 Pino 3	= PF4
Lin. 4 Pino 4	= PF1
Col. 1 Pino 5	= PC4
Col. 2 Pino 6	= PC5
Col. 3 Pino 7	= PC6
Col. 4 Pino 8	= PC7

\*/

```

#define LINHA (*(volatile long *) 0x40025078) //PF4--PF1 teclado
#define DADO (*(volatile long *) 0x400063C0) //PC7-4 - coluna
#define E      (*(volatile long *) 0x40007020) //PD3
#define RS     (*(volatile long *) 0x40007010) //PD2

void config (void)
{
// Habilita o clock da porta D para usar o LCD(Controle) e o da
//Porta C para usar o LCD(Dados) e Teclado(Colunas)
    SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_GPIOC); //DADO
    SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_GPIOD); //RS e E
    GPIOPinTypeGPIOOutput(GPIO_PORTC_BASE,
GPIO_PIN_7|GPIO_PIN_6|GPIO_PIN_5|GPIO_PIN_4); //PC7-4 (DADO)
    GPIOPinTypeGPIOOutput(GPIO_PORTD_BASE,      GPIO_PIN_3|GPIO_PIN_2);
//PD3(E) PD2(RS)
    //GPIOPinTypeGPIOOutput(GPIO_PORTD_BASE, GPIO_PIN_3);
    // Habilita o clock da porta A para usar o Teclado(Linhas)
    SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_GPIOF);
    GPIOPinTypeGPIOInput(GPIO_PORTF_BASE,
        GPIO_PIN_4|GPIO_PIN_3|GPIO_PIN_2|GPIO_PIN_1); //linhas
    GPIOPadConfigSet(GPIO_PORTF_BASE,
GPIO_PIN_4|GPIO_PIN_3|GPIO_PIN_2|GPIO_PIN_1,      GPIO_STRENGTH_2MA,
GPIO_PIN_TYPE_STD_WPD);
}

void delay_ms(int x)
{
    for(int32_t i=0; i<x*5000; i++);
}

void tempo(void)
{
    E=0x08;delay_ms(1); E=0;
}

void dado4 (unsigned char d)
{
    DADO=d; tempo();
}

```

```
DADO=(d<<4); tempo();
}

void inicializa(void)
{
    config ();
    E=0;
    RS=0;
    dado4(0x33); delay_ms(10);
    dado4(0x32); delay_ms(1);
    dado4(0x28);
    dado4(0x06);
    dado4(0x0C);
    dado4(0x01);
}

void escreve_char(unsigned char posicao,unsigned char caractere)
{
    E=0;
    RS=0;
    dado4(posicao);
    RS=0x04;
    dado4(caractere);
    //E=0x08;
}

void escreve (unsigned char posicao, unsigned char t[])
{
    char i=0;
    E=0;
    RS=0;
    dado4(posicao);
    RS=0x04;
    while (t[i]!=0)
```

```

        {
            dado4(t[i]); i++;
        }
// E=0x08;

}

void limpa (void)
{
    RS=0;
    dado4(0x01);
}

signed char teclado (void)
{
    signed char tecla='x';
    while(tecla=='x')
    {

        //COL1=0xFF; COL2=0; COL3=0; COL4=0;
        // PC4          PC5          PC6          PC7
        DADO=0x10;
        if(LINHA==0x04) {tecla = 1; delay_ms(250);} //0000 1000 0011
1100 -> 0001 1110
        if(LINHA==0x08) {tecla = 4; delay_ms(250);} //0001 0000
        if(LINHA==0x10) {tecla = 7; delay_ms(250);} //0010 0000
        if(LINHA==0x02) {tecla = -6; delay_ms(250);} //0000 0100 /*

        //COL1=0; COL2=0xFF;
        DADO=0x20;
        if(LINHA==0x04) {tecla = 2; delay_ms(250);}
        if(LINHA==0x08) {tecla = 5; delay_ms(250);}
        if(LINHA==0x10) {tecla = 8; delay_ms(250);}
        if(LINHA==0x02) {tecla = 0; delay_ms(250);}

        //COL2=0; COL3=0xFF;'

```

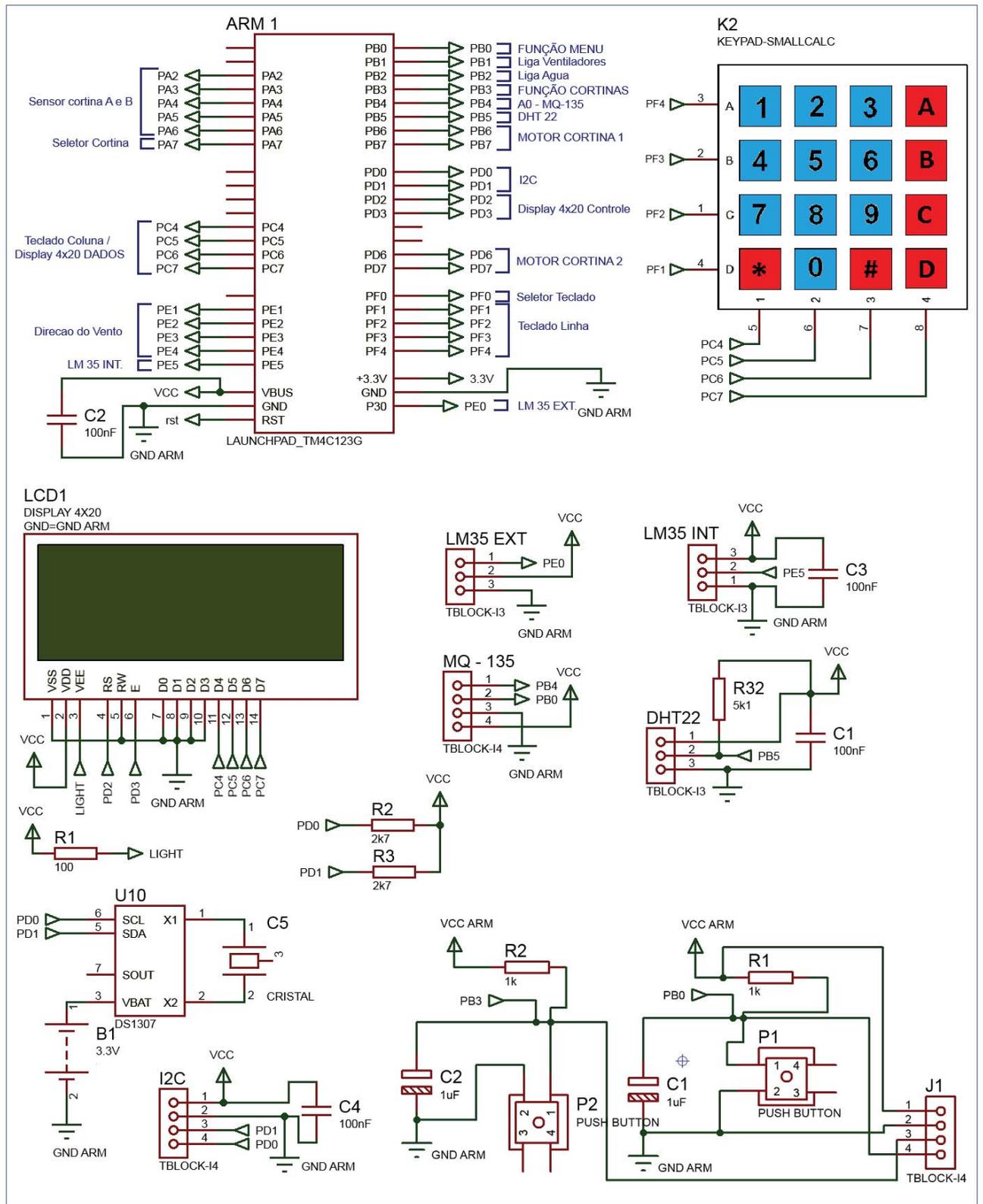
```
DADO=0x40;
if(LINHA==0x04) {tecla = 3; delay_ms(250);}
if(LINHA==0x08) {tecla = 6; delay_ms(250);}
if(LINHA==0x10) {tecla = 9; delay_ms(250);}
if(LINHA==0x02) {tecla = -13; delay_ms(250);} //#

//COL3=0; COL4=0xFF;
DADO=0x80;
if(LINHA==0x04) {tecla = 17; delay_ms(250);} //A
if(LINHA==0x08) {tecla = 18; delay_ms(250);} //B
if(LINHA==0x10) {tecla = 19; delay_ms(250);} //C
if(LINHA==0x02) {tecla = 20; delay_ms(250);} //D
}
return tecla;
}
```

## **APÊNDICE B – CIRCUITOS ELÉTRICOS**

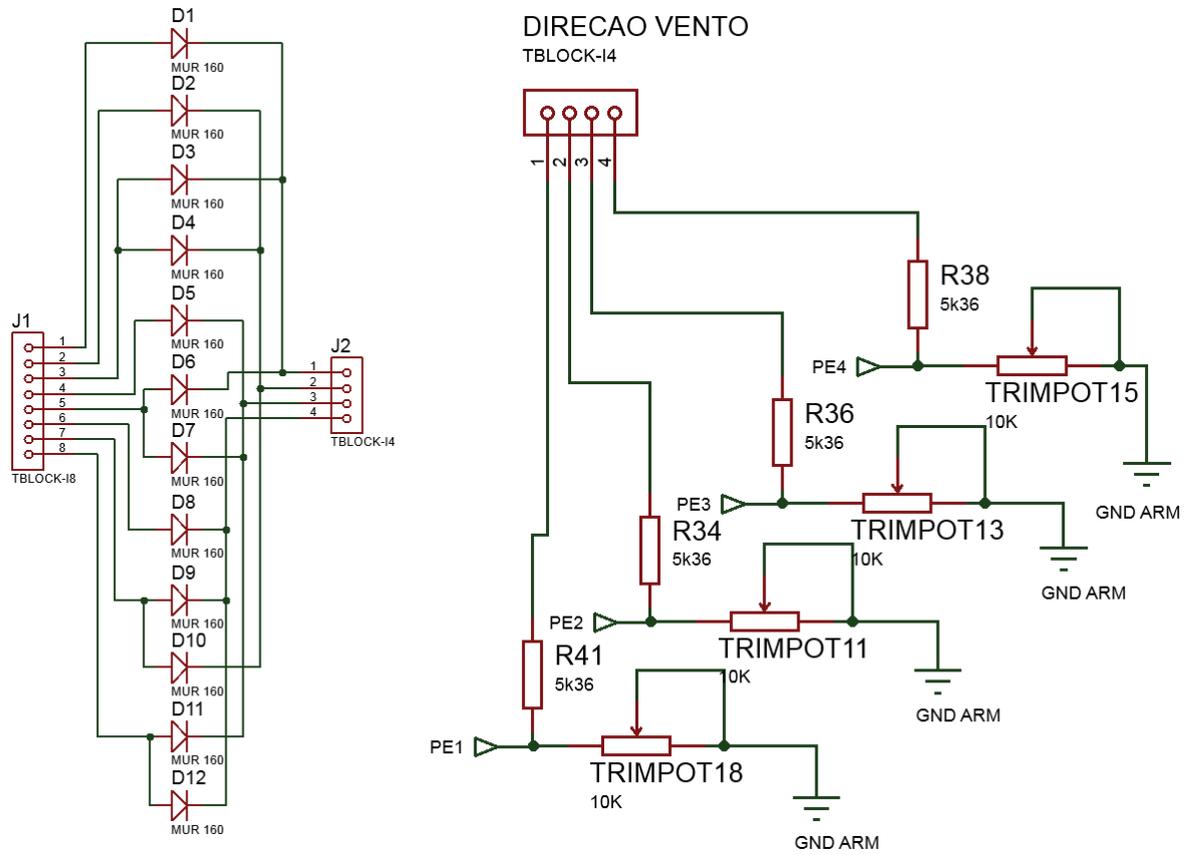
Os circuitos elétricos do projeto se encontram nesse apêndice, eles são divididos por partes para facilitar a visualização dos mesmos. As Figura 37, Figura 38, Figura 39, Figura 40 e Figura 41, fazem parte do circuito principal. Esses circuitos competem às placas de circuito impresso do circuito mestre, da placa do sensor de direção de vento, da placa condicionadora do sinal dos sensores de ambas as cortinas, e do circuito de acionamento das cargas. A Figura 42, contém o esquemático completo de todo circuito da placa secundaria.

Figura 37 - Circuito Microcontrolador Principal, Sensores, Interface do Usuário do Circuito Principal.



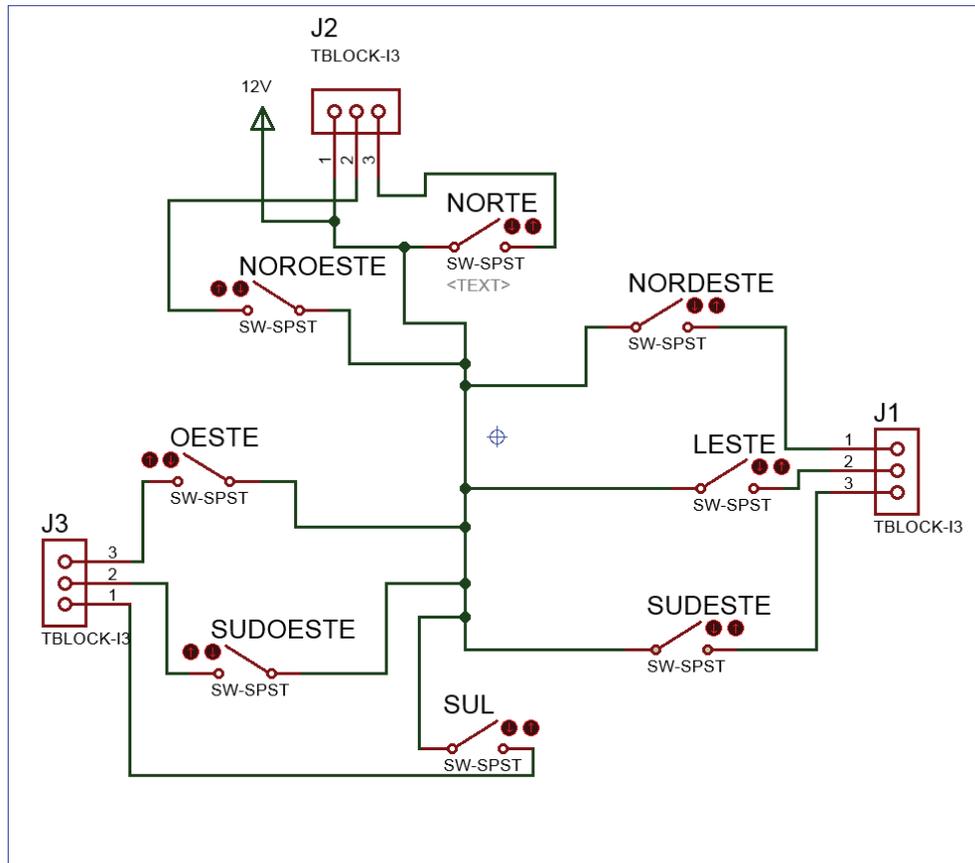
Fonte: Próprio Autor.

Figura 38 - Circuito Codificador e Condicionador de Sinal do Sensor de Direção Vento.



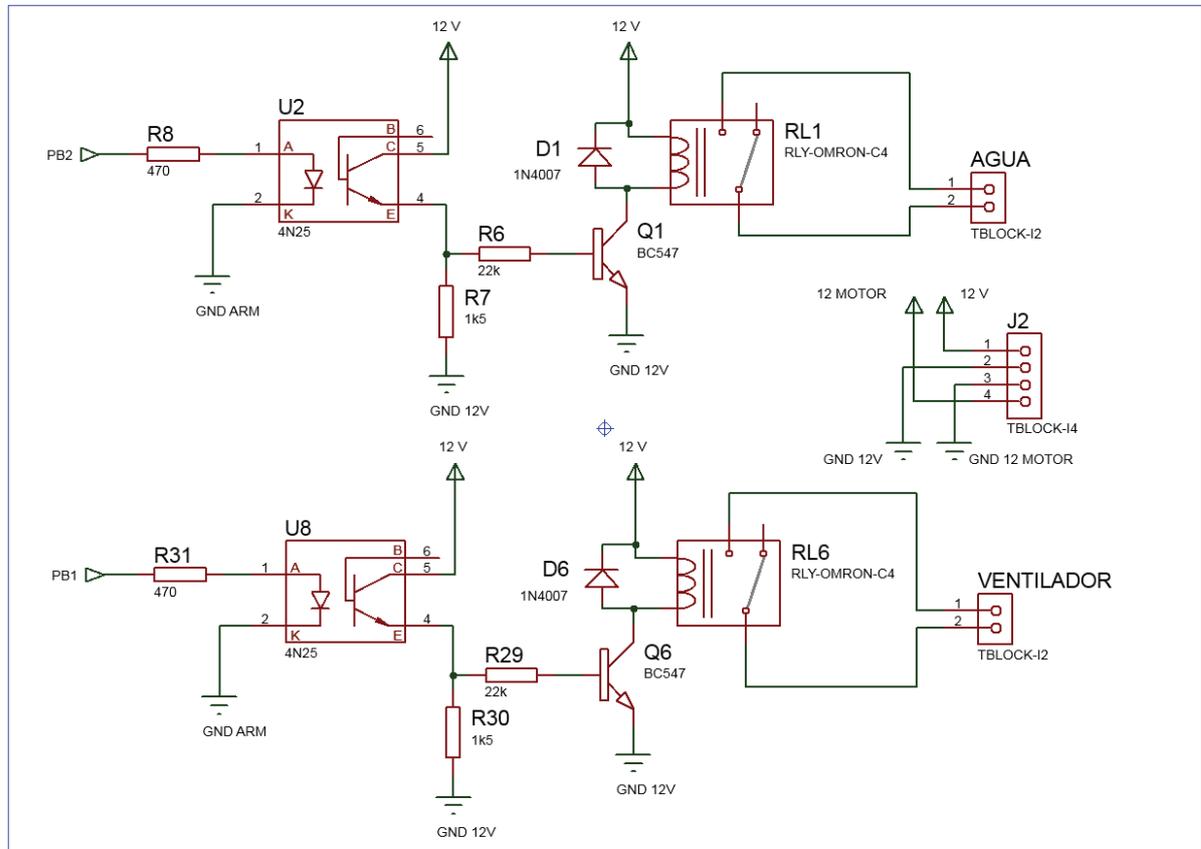
Fonte: Próprio Autor.

Figura 39 - Circuito Interno do Sensor de Direção de Vento.



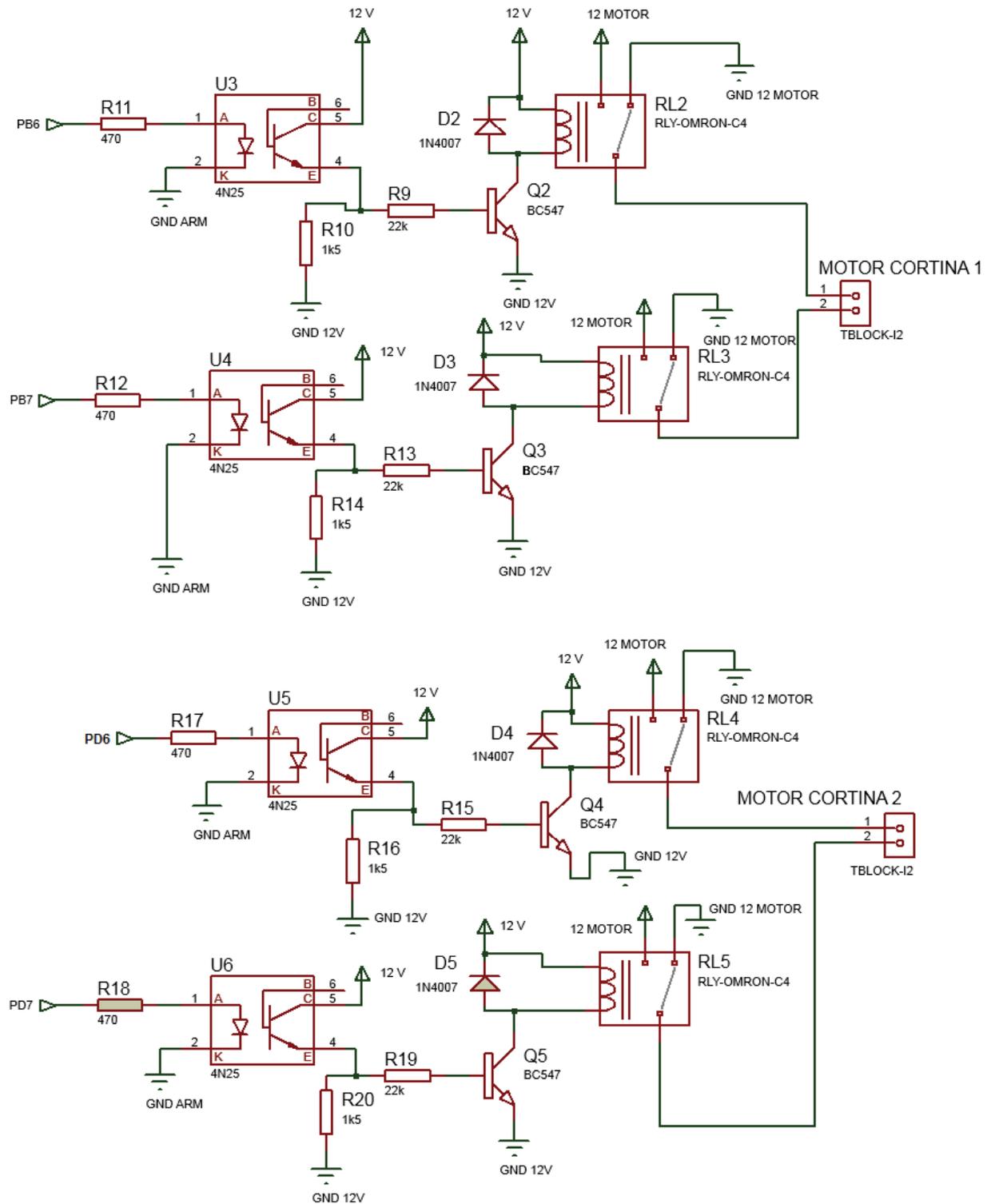
Fonte: Próprio Autor.

Figura 40 - Circuito de Acionamento da Bomba da Água da Nebulização e do Sistema de Ventilação.



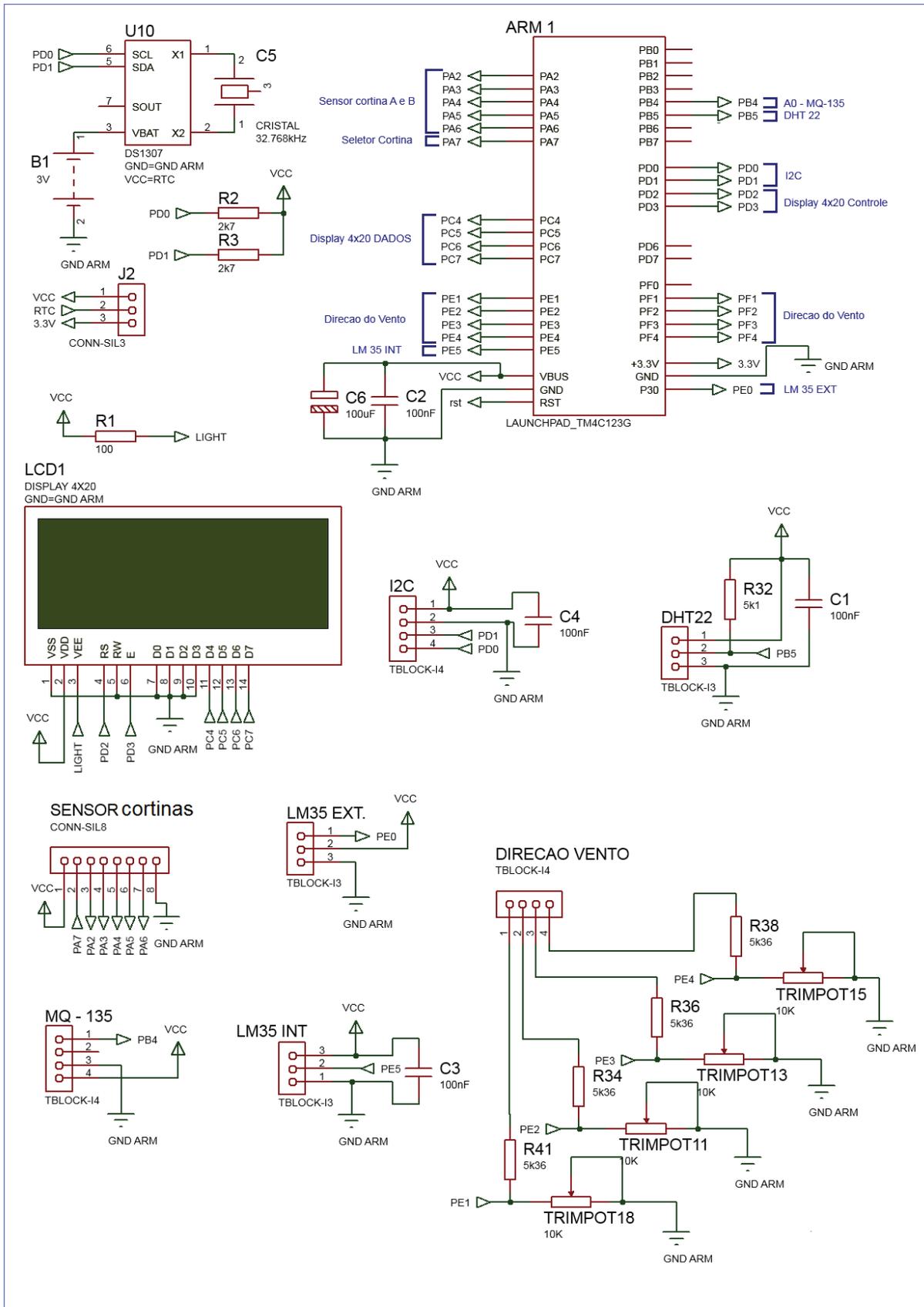
Fonte: Próprio Autor.

Figura 41 - Circuito de Acionamento dos Motores de Ambas as Cortinas.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 42 – Circuito Esquemático Completo Placa Secundária.



Fonte: Próprio Autor.

## APÊNDICE C – IMAGENS DO PROTÓTIPO

Neste apêndice são apresentadas as imagens do protótipo. As Figura 43, Figura 44, Figura 45, Figura 46, e Figura 47, representam os 5 modos de posicionamento de ambas as cortinas.

Figura 43 - Cortinas no Modo Aberto



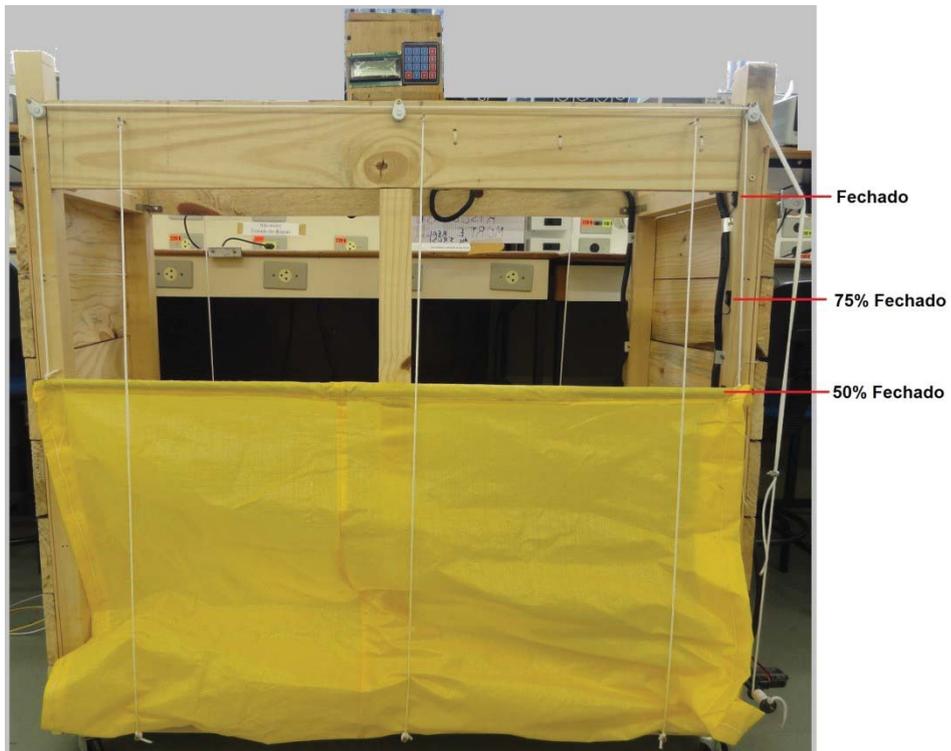
Fonte: Próprio Autor.

Figura 44 - Cortinas no Modo 25% Fechado



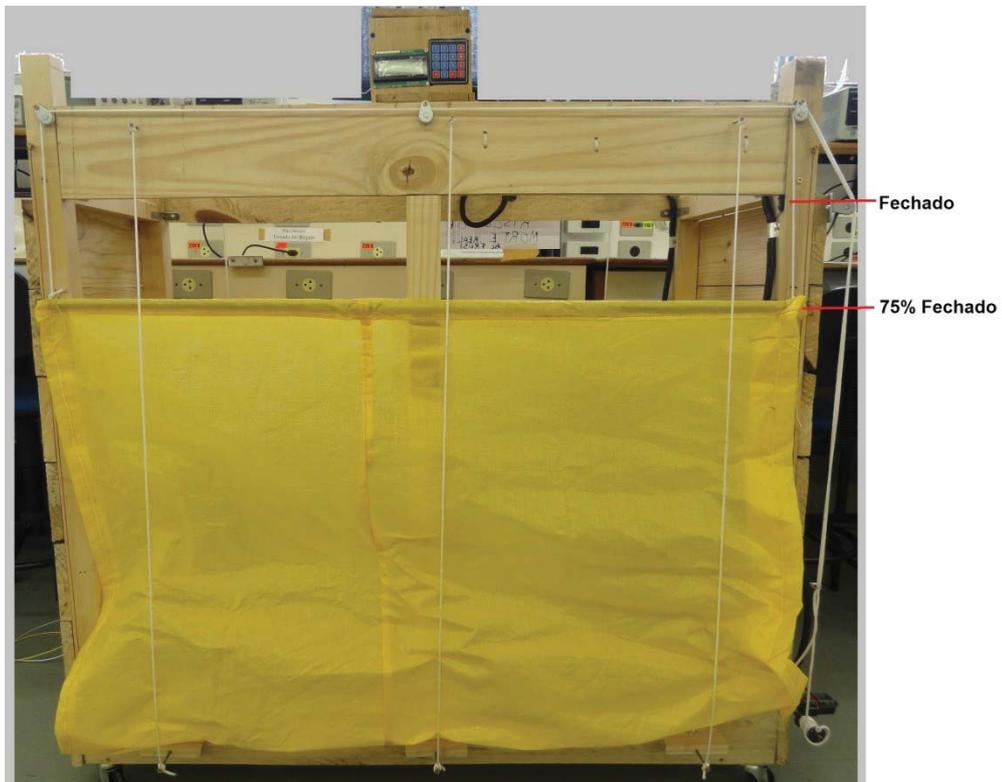
Fonte: Próprio Autor.

Figura 45 - Cortinas no Modo 50% Fechado



Fonte: Próprio Autor.

Figura 46 - Cortinas no Modo 75% Fechado



Fonte: Próprio Autor.

Figura 47 - Cortinas no Modo Fechado



Fonte: Próprio Autor.

As Figura 48 e Figura 49, representam a movimentação das janelas, as janelas devem ser fechadas manualmente quando a temperatura externa estiver muito abaixo da mínima recomendada, e deve ficar abertas o restante do tempo para que os ventiladores possam atuar no sistema.

Figura 48 - Janelas no Modo Fechado



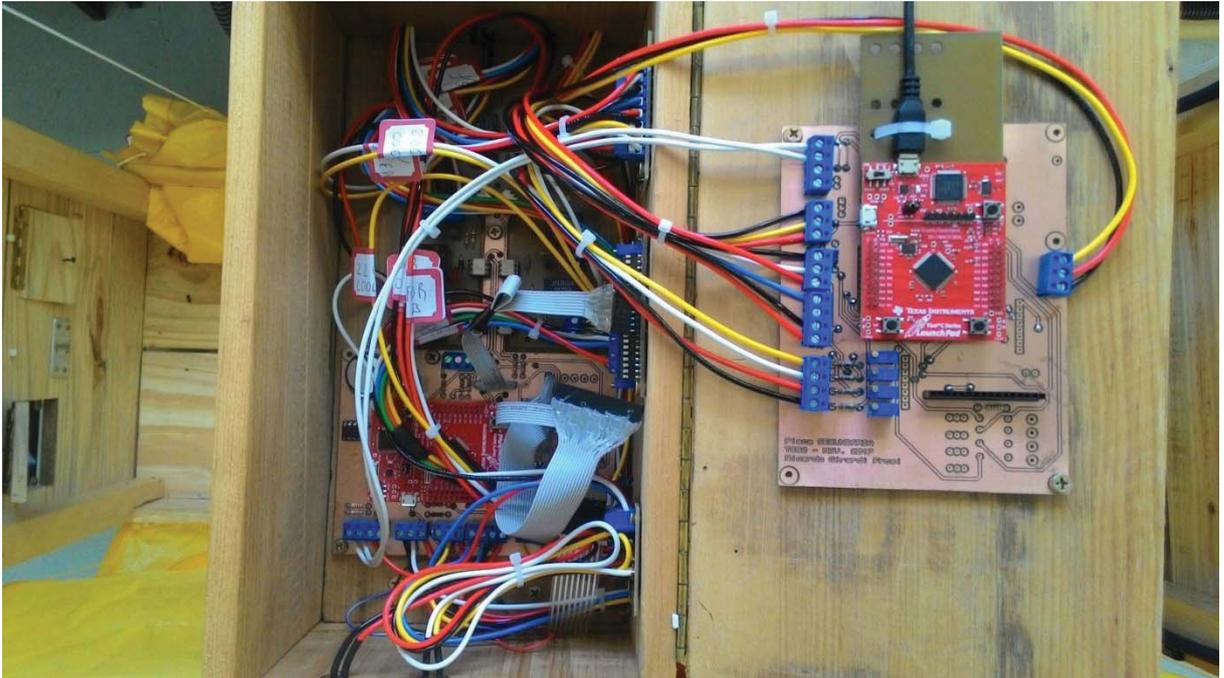
Fonte: Próprio Autor.

Figura 49 - Janelas no Modo Aberto



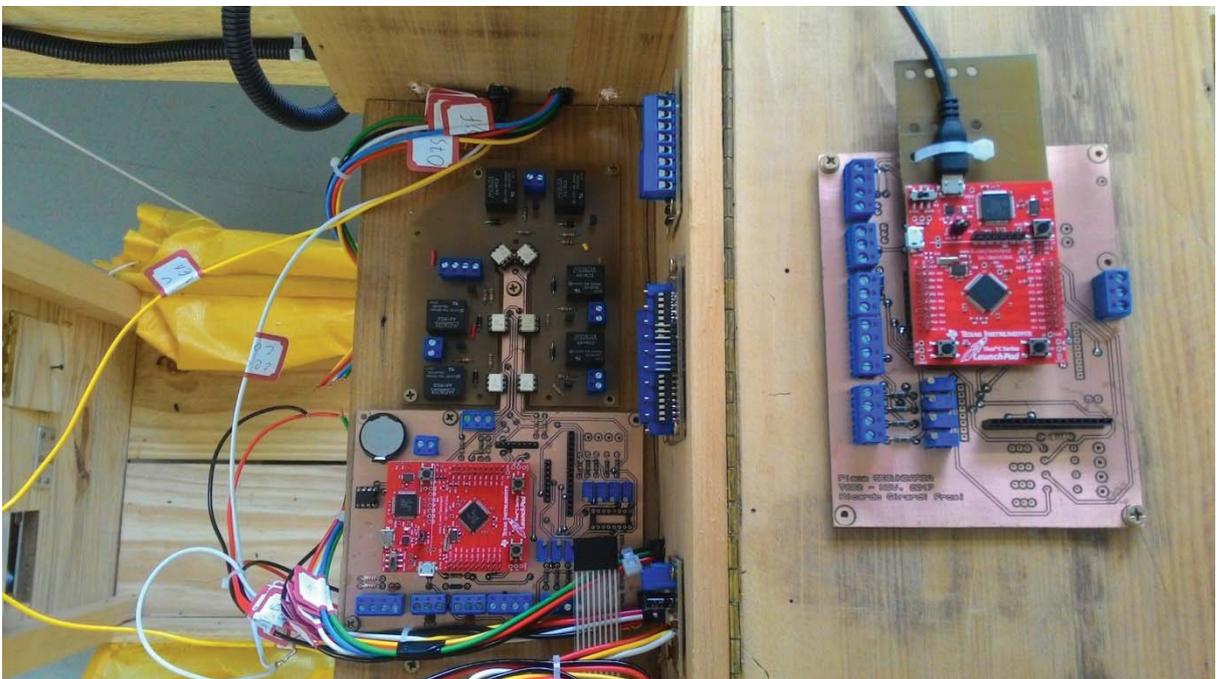
Fonte: Próprio Autor.

Figura 50 - Circuito Instalado



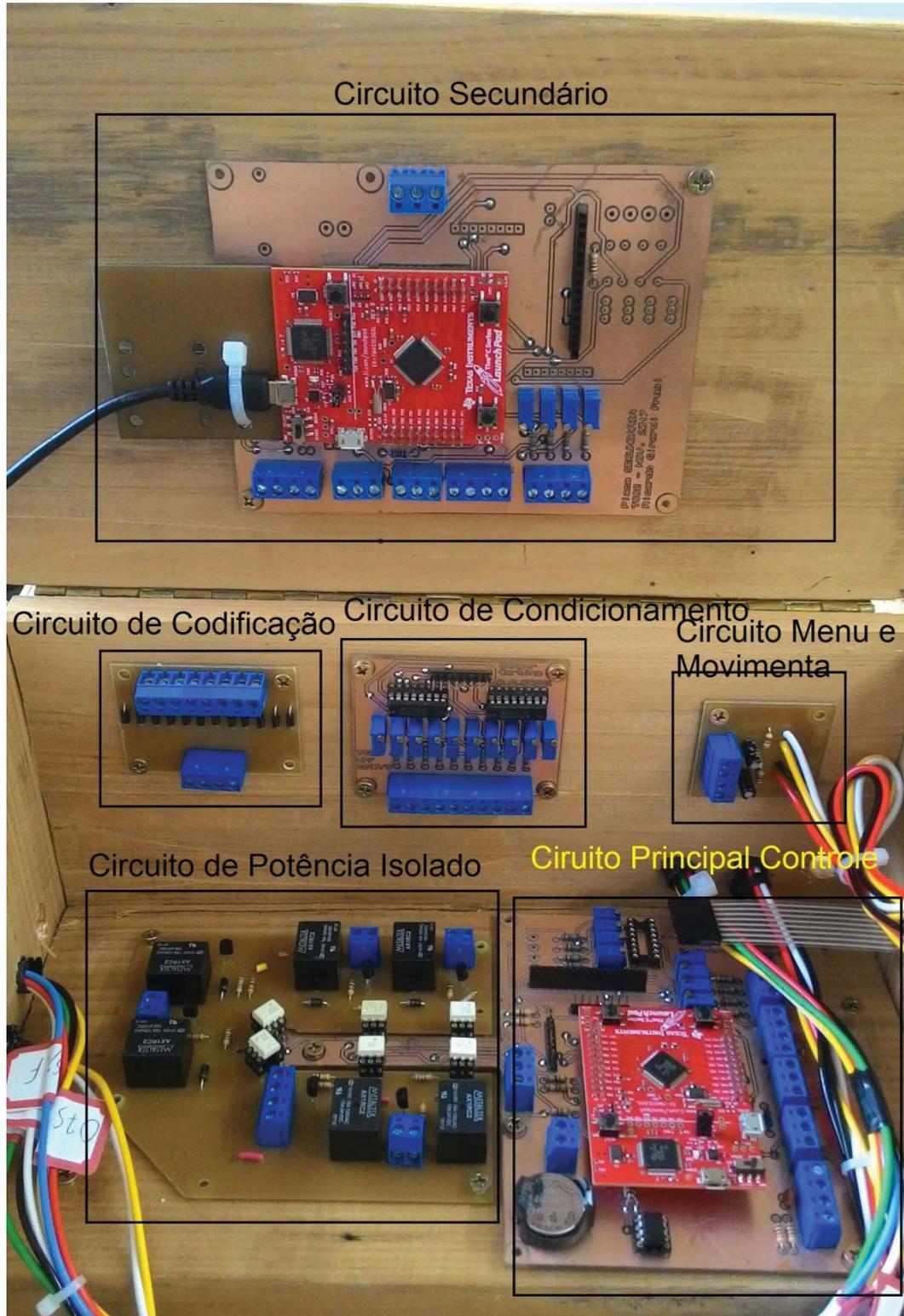
Fonte: Próprio Autor.

Figura 51 - Circuito Sem os Cabos.



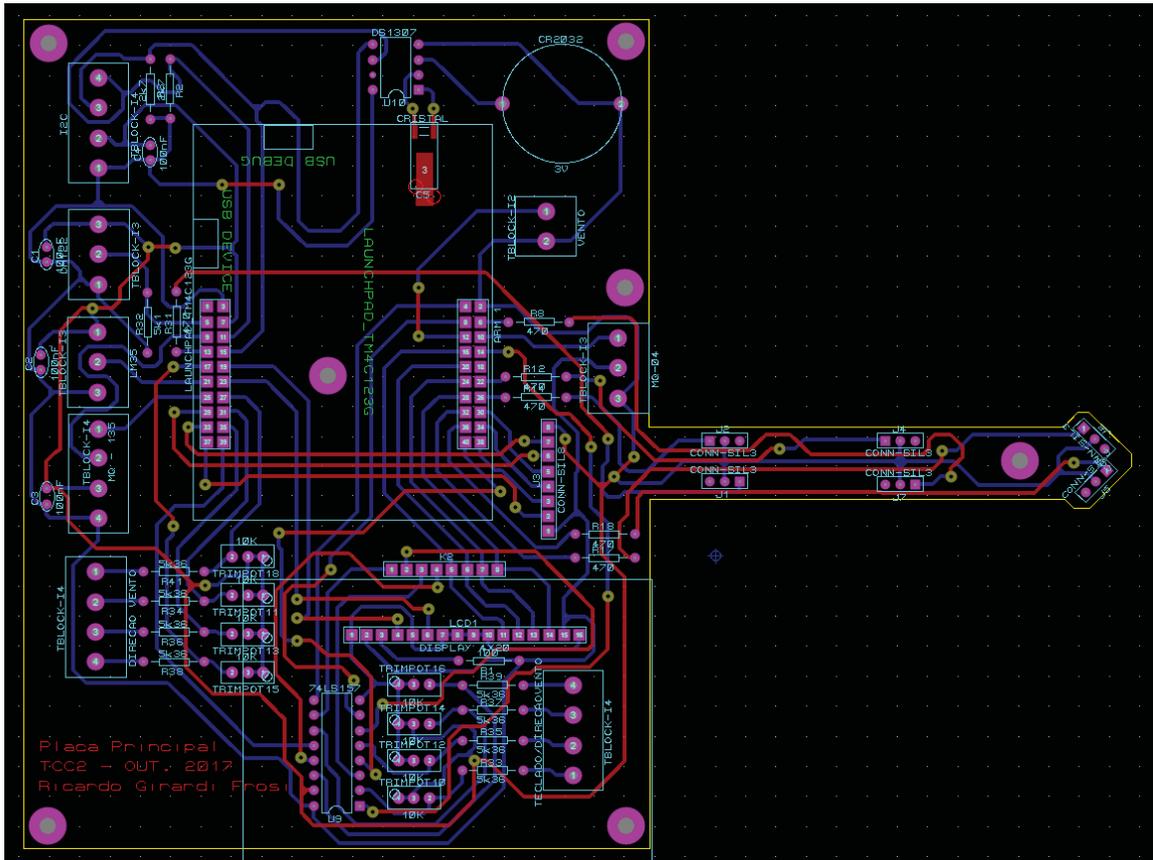
Fonte: Próprio Autor.

Figura 52 - Circuitos Posicionamento



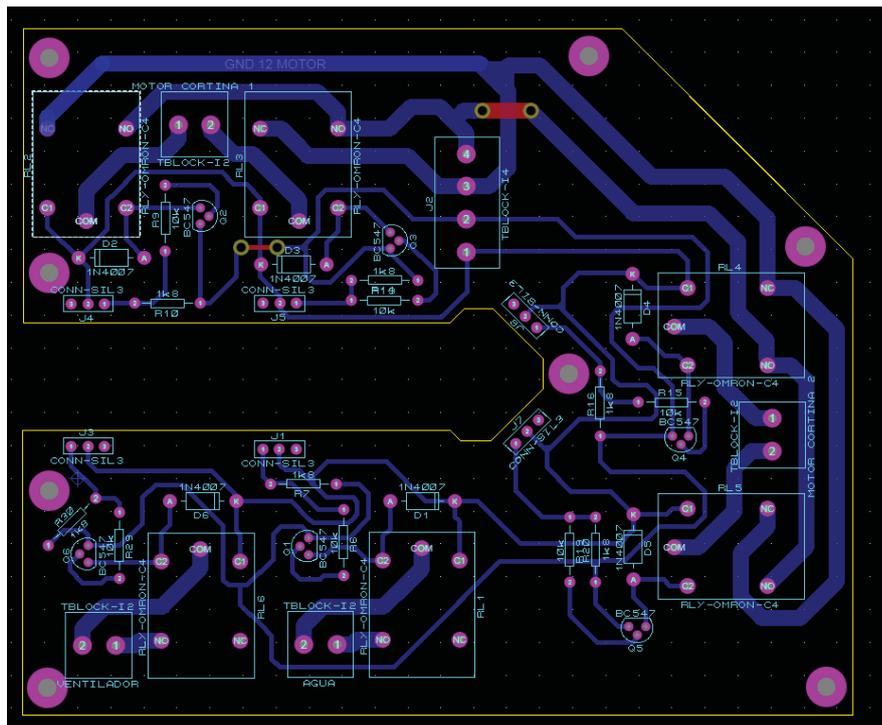
Fonte: Próprio Autor.

Figura 53 – Placa de Circuito Impresso(PCI) Circuito Principal



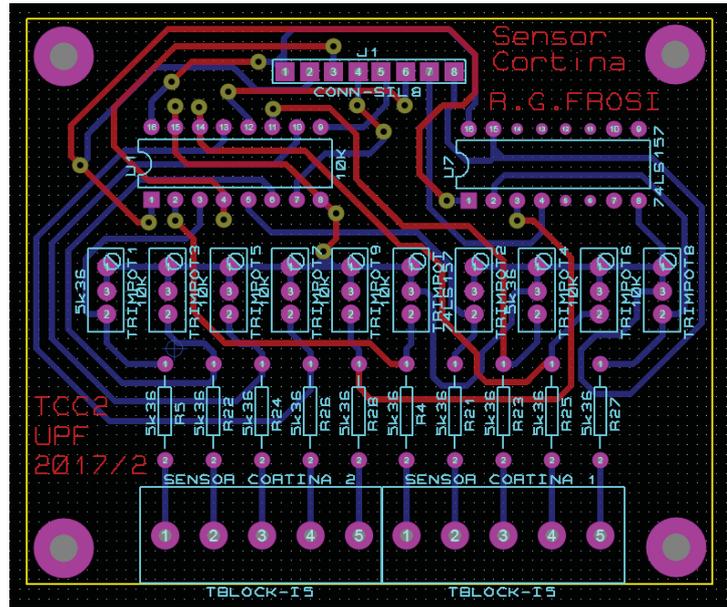
Fonte: Próprio Autor.

Figura 54 - Circuito De Acionamento das Cargas ( Potência)



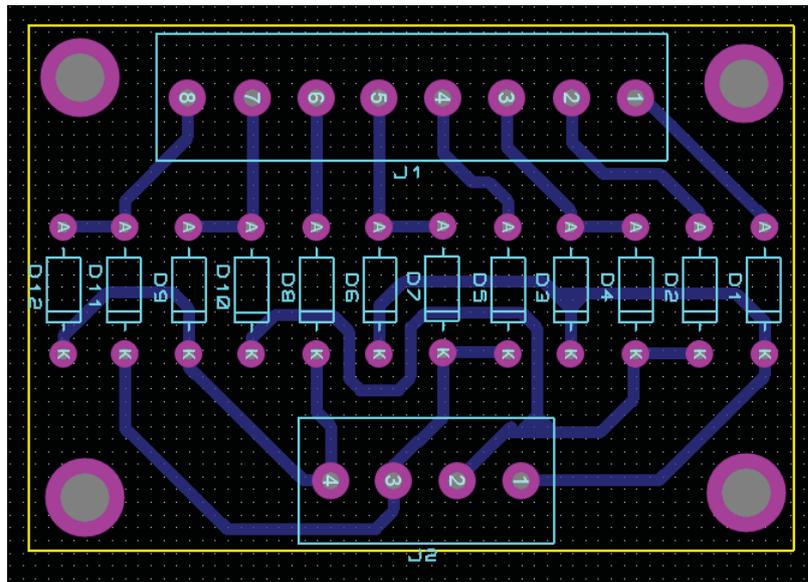
Fonte: Próprio Autor.

Figura 55 - PCI Circuito de Multiplexação das Cortinas



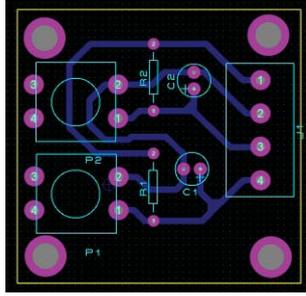
Fonte: Próprio Autor.

Figura 56 - PCI Circuito de Codificação do Sensor de Vento



Fonte: Próprio Autor.

Figura 57 - PCI Circuito PCI Chaves Menus



Fonte: Próprio Autor.

Figura 58 – PCI Circuito Sensor de Vento

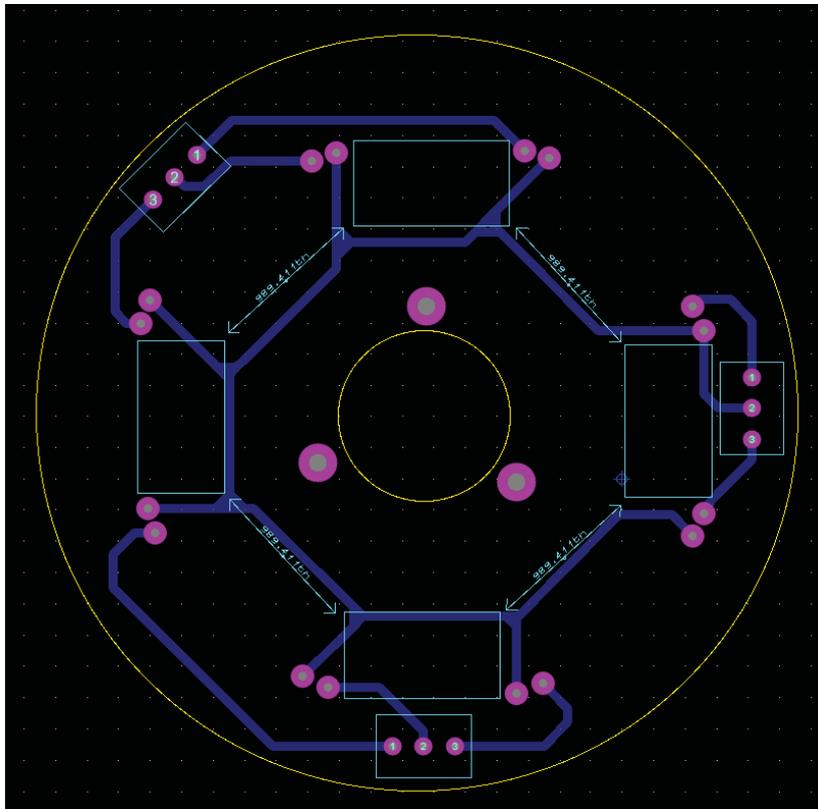


Figura 59 - Vista Frontal, Motores e Ventiladores.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 60 - Vista Posterior, Ventiladores.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 61 - Sensor Magnético de Posição das Cortinas.



Fonte: Próprio Autor.

## **ANEXO A – FECHAMENTO DOS 3 ÚLTIMOS LOTES ENTREGUES**

Este Anexo contém as imagens referentes aos três últimos lotes entregues pelo suinocultor Marilde T. Girardi Frosi, e as informações tarjadas, são os nomes da empresa e fornecedores dos lotes, os quais não tem relevância ao projeto e foram omitidos. A capacidade instalada na Propriedade é de 1000 cabeças, porém dividida em 2 lotes de 500 cabeças. O tempo de alojamento normal de um lote é de aproximadamente 120 dias. Os lotes da propriedade possuem uma diferença de idade de normalmente 60 dias, isto é a cada 60 dias um lote pronto para o abate é entregue a empresa, e um novo lote é fornecido para o processo de engorda. O biodigestor utilizado para as análises, é utilizado pelos dois lotes simultaneamente, devido ao sistema de dejetos de ambos os galpões serem interligados, sua construção foi idealizada devido à consciência ecológica da proprietária, visto ele não é obrigatório, e apenas mais uma propriedade no município onde a suinocultor reside tem essa tecnologia. O biodigestor possui 16 anos de instalação e o início da atividade de suinocultura na propriedade foi no ano de 1999, e a ampliação da capacidade de 500 para 1000 cabeças ocorreu no ano de 2016. As folhas número 2 de cada lote foram suprimidas, pois não eram relevantes ao trabalho.

Figura 62 - Folha 1 Lote 1 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base.

Sistema Terminacao de Suino		DATA: 31.08.2017					
Cod. Rel. SAP: ZPP0111		Pag: 1/3					
Resultado do Lote Vertical Terminador							
<b>1 - INFORMACOES GERAIS</b>							
Centro:	728						
Integrado:	653837	MARILDE GIRARDI FROSI					
Supervisor:	CARLOS						
Tecnico:	GLADIR						
Pedido SAP:	18384430	Codigo de instalacao: 01					
Material:	417385	Descricao: SUINO VIVO ABATE MISTO IMUNO - DB SR					
Data media alojamento:	26.04.2017	Data Final de abate: 30.08.2017					
		Data media de abate: 24.08.2017					
<b>2 - LEITOES</b>							
Capacidade alojamento(cab):		500					
Leitoes Alojados(cab):		500					
Idade Media Inicial(dias):		75					
Peso Vivo Alojado(total):		12.300,00					
Peso Vivo Alojado(media):		24,60					
<b>2.1 - ORIGEM DOS LEITOES</b>							
Codigo	Nome do produtor	Sistema Criacao	Qtde	Peso Medio	Idade	Mossa	Data alojamento
	VALENTINO		500	24.6000	75	1	26.04.2017
<b>3 - SUINOS ABATE</b>							
Recebidos Total (cab):		467					
Peso Vivo Total (kg):		59.184,00					
Peso Medio Vivo (kg):		126,73					
Idade Media Final (dias):		195					
Idade Media do Terminador (dias):		120					
Suinos Faltantes (cab):		0					
Peso Vivo Suinos Faltantes (kg):		0,000					
Suinos Consumidos (cab):		0					
Peso dos Consumidos(kg):		0,000					
Suinos Mortos na Terminacao (cab):		15					
Suinos eliminados (cab):		18					
Peso Eliminado(kg):		442,800					
Peso Vivo para Calculo Conv. Alimentar (kg):		47.326,800					
Racao Consumida (kg):		114.990,000					
Sobra de racao (kg):		0,000					
Obs.:							
<b>3.1 - ABATES</b>							
Data Abate	Qtde Abatida	Idade(dias)	GPD(kg)	Peso Total	Peso Medio		
24.08.2017	459	120	0,855	58.384,00	127,20		
30.08.2017	8	126	0,598	800,00	100,00		
<b>4 - RESULTADOS DO LOTE</b>							
Preco Base do Suino Term.Vivo, em R\$/Kg		3,4700					
Preco da racao (R\$/Kg)		0,81					
Preco do Leitao (R\$/Kg)		6,10					

Fonte: Cedido pelo Suinocultor.

Figura 63 - Folha 3 Lote 1 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base

Sistema Terminacao de Suino		DATA: 31.08.2017											
Cod. Rel. SAP: ZPP0111	Pedido: 18384430	Pag: 3/3											
Resultado do Lote Vertical Terminador													
Conversao Alimentar Ajustada Prevista (CPA):		2,421											
Diferenca (CRA - CPA):		0,003-											
Ganho de Peso Diario - Vivo (Kg):		0,851											
Mortalidade Real (%):		3,000											
Mortalidade Real Ajustada (MRA):		3,000											
Mortalidade Ajustada Prevista (MPA):		2,858											
Diferenca (MRA - MPA):		0,142											
<b>7 - HISTORICO DE LOTES</b>													
Pedido	Produto	Sexo	Dt. Abate	Dias Prop	Abat.	PMI	PMF	CRA	CAF	MRA	%Mort	RLL/Cab	RLL/Ton
18061127	NORMAL OESTE	005	27.06.2017	132	467	21,30	137,06	2,347	2,432	1,984	2,200	25,90	188,99
17749681	NORMAL OESTE	005	19.04.2017	128	489	22,99	135,59	2,325	2,399	1,044	1,188	29,24	215,65
17403893	NORMAL OESTE	005	09.02.2017	127	477	22,36	121,42	2,590	2,564	4,074	4,200	18,32	150,93
16710738	NORMAL OESTE	005	22.09.2016	127	487	24,70	137,87	2,338	2,428	2,279	2,405	26,82	194,52
16109665	NORMAL	005	12.05.2016	120	470	34,42	140,29	2,386	2,493	2,083	2,083	27,13	193,36
<b>Media Ultimos 3 Lotes:</b>													
Media de lotes abatidos / Ano:			4,20										
Media intervalo entre lotes:			0,00										
<b>8 - OBSERVACOES:</b>													
PROXIMO LOTE 1.400 KG													
Responsavel: 325637													

Fonte: Cedido pelo Suinocultor.

Figura 64 - Folha 1 Lote 2 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base

Sistema Terminacao de Suino		DATA: 28.06.2017					
Cod. Rel. SAP: ZPP0111		Pag: 1/3					
Resultado do Lote Vertical Terminador							
<b>1 - INFORMACOES GERAIS</b>							
Centro:	728						
Integrado:	653837	MARILDE GIRARDI FROSI					
Supervisor:	CARLOS						
Tecnico:	GLADIR						
Pedido SAP:	18061127	Codigo de instalacao: 01					
Material:	417385	Descricao: SUINO VIVO ABATE MISTO IMUNO - DB SR					
Data media alojamento:	15.02.2017	Data Final de abate: 27.06.2017					
		Data media de abate: 27.06.2017					
<b>2 - LEITOES</b>							
Capacidade alojamento(cab):		500					
Leitoes Alojados(cab):		500					
Idade Media Inicial(dias):		75					
Peso Vivo Alojado(total):		10.650,00					
Peso Vivo Alojado(media):		21,30					
<b>2.1 - ORIGEM DOS LEITOES</b>							
Codigo	Nome do produtor	Sistema Criacao	Qtde	Peso Medio	Idade	Mossa	Data alojamento
400565	VALENTINO	3	500	21.3000	75	1	15.02.2017
<b>3 - SUINOS ABATE</b>							
Recebidos Total (cab):		467					
Peso Vivo Total (kg):		64.008,00					
Peso Medio Vivo (kg):		137,06					
Idade Media Final (dias):		207					
Idade Media do Terminador (dias):		132					
Suinos Faltantes (cab):		0					
Peso Vivo Suinos Faltantes (kg):		0,000					
Suinos Consumidos (cab):		0					
Peso dos Consumidos(kg):		0,000					
Suinos Mortos na Terminacao (cab):		11					
Suinos eliminados (cab):		22					
Peso Eliminado(kg):		468,600					
Peso Vivo para Calculo Conv. Alimentar (kg):		53.826,600					
Racao Consumida (kg):		130.880,000					
Sobra de racao (kg):		0,000					
Obs.:							
<b>3.1 - ABATES</b>							
Data Abate	Qtde Abatida	Idade(dias)	GPD(kg)	Peso Total	Peso Medio		
27.06.2017	467	132	0,877	64.008,00	137,06		
<b>4 - RESULTADOS DO LOTE</b>							
Preco Base do Suino Term.Vivo, em R\$/Kg		3,4700					
Preco da racao (R\$/Kg)		0,81					
Preco do Leitao (R\$/Kg)		6,10					

Fonte: Cedido pelo Suinocultor.

Figura 65 - Folha 3 Lote 2 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base

Sistema Terminacao de Suino		DATA: 28.06.2017											
Cod. Rel. SAP: ZPP0111	Pedido: 18061127	Pag: 3/3											
Resultado do Lote Vertical Terminador													
Conversao Alimentar Ajustada Prevista (CPA):		2,373											
Diferenca (CRA - CPA):		0,026-											
Ganho de Peso Diario - Vivo (Kg):		0,877 ←											
Mortalidade Real (%):		2,200											
Mortalidade Real Ajustada (MRA):		1,984											
Mortalidade Ajustada Prevista (MPA):		1,808											
Diferenca (MRA - MPA):		0,176											
7 - HISTORICO DE LOTES													
Pedido	Produto	Sexo	Dt. Abate	Dias Prop	Abat.	PMI	PMF	CRA	CAF	MRA	%Mort	RLL/Cab	RLL/Ton
17749681	NORMAL OESTE	005	19.04.2017	128	489	22,99	135,59	2,325	2,399	1,044	1,188	29,24	215,65
17403893	NORMAL OESTE	005	09.02.2017	127	477	22,36	121,42	2,590	2,564	4,074	4,200	18,32	150,93
16710738	NORMAL OESTE	005	22.09.2016	127	487	24,70	137,87	2,338	2,428	2,279	2,405	26,82	194,52
16109665	NORMAL	005	12.05.2016	120	470	34,42	140,29	2,386	2,493	2,083	2,083	27,13	193,36
15495392	NORMAL	005	05.01.2016	125	479	30,31	143,63	2,371	2,501	1,747	1,837	22,53	156,87
<b>Media Ultimos 3 Lotes:</b>													
Media de lotes abatidos / Ano: 4,13													
Media intervalo entre lotes: 4,00													
8 - OBSERVACOES:													
SEM SOBRAS DE RACAO													
Responsavel: 325637													

Fonte: Cedido pelo Suinocultor.

Figura 66 - Folha 1 Lote 3 - Ficha de Fechamento de Lote, Suinocultor Base

Sistema Terminacao de Suino		DATA: 19.04.2017					
Cod. Rel. SAP: ZPP0111		Pag: 1/3					
Resultado do Lote Vertical Terminador							
<b>1 - INFORMACOES GERAIS</b>							
Centro:	728						
Integrado:	653837	MARILDE GIRARDI FROSI					
Supervisor:	CARLOS						
Tecnico:	GLADIR						
Pedido SAP:	17749681	Codigo de instalacao: 01					
Material:	417385	Descricao: SUINO VIVO ABATE MISTO IMUNO - DB SR					
Data media alojamento:	12.12.2016	Data Final de abate: 19.04.2017					
		Data media de abate: 19.04.2017					
<b>2 - LEITOOES</b>							
Capacidade alojamento(cab):		500					
Leitooes Alojados(cab):		505					
Idade Media Inicial(dias):		75					
Peso Vivo Alojado(total):		11.610,00					
Peso Vivo Alojado(media):		22,99					
<b>2.1 - ORIGEM DOS LEITOOES</b>							
Codigo	Nome do produtor	Sistema Criacao	Qtde	Peso Medio	Idade	Mossa	Data alojamento
641585	VALSIR		445	23.1236	75	403	12.12.2016
403895	JOAO		60	22.0000	75	34	12.12.2016
<b>3 - SUINOS ABATE</b>							
Recebidos Total (cab):		489					
Peso Vivo Total (kg):		66.303,00					
Peso Medio Vivo (kg):		135,59					
Idade Media Final (dias):		203					
Idade Media do Terminador (dias):		128					
Suinos Faltantes (cab):		1					
Peso Vivo Suinos Faltantes (kg):		135,589					
Suinos Consumidos (cab):		0					
Peso dos Consumidos(kg):		0,000					
Suinos Mortos na Terminacao (cab):		6					
Suinos eliminados (cab):		9					
Peso Eliminado(kg):		206,910					
Peso Vivo para Calculo Conv. Alimentar (kg):		55.035,499					
Racao Consumida (kg):		132.050,000					
Sobra de racao (kg):		0,000					
Obs.:							
<b>3.1 - ABATES</b>							
Data Abate	Qtde Abatida	Idade(dias)	GPD(kg)	Peso Total	Peso Medio		
19.04.2017	489	128	0,880	66.303,00	135,59		
<b>4 - RESULTADOS DO LOTE</b>							
Preco Base do Suino Term.Vivo, em R\$/Kg		3,4700					
Preco da racao (R\$/Kg)		0,81					
Preco do Leitao (R\$/Kg)		6,10					

Fonte: Cedido pelo Suinocultor.



Fonte: Cedido pelo Suinocultor.