

RICARDO PAGANIN

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM POCILGAS DE SUÍNOS  
DE CORTE NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ

CASCADEL  
PARANÁ – BRASIL  
MARÇO – 2019

RICARDO PAGANIN

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM POCILGAS DE SUÍNOS  
DE CORTE NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira

Coorientador: Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza

CASCADEL  
PARANÁ – BRASIL  
MARÇO – 2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Paganin, Ricardo

Avaliação do conforto térmico em pocilgas de suínos de corte na região Oeste do Estado do Paraná / Ricardo Paganin; orientador(a), Jair Antonio Cruz Siqueira; coorientador(a), Samuel Nelson Melegari de Souza, 2019.  
125 f.

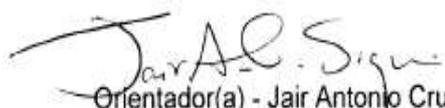
Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, 2019.

1. Conforto térmico. 2. Pocilgas. 3. Suinocultura. 4. Energia. I. Siqueira, Jair Antonio Cruz. II. Souza, Samuel Nelson Melegari de. III. Título.

## RICARDO PAGANIN

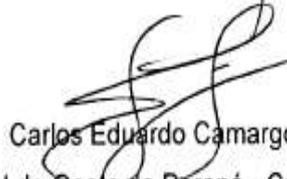
Avaliação do conforto térmico em pocilgas de suínos de corte na região Oeste do Estado do Paraná

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Fontes Renováveis e Racionalização de Energia Na Agroindústria e Agricultura, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



Orientador(a) - Jair Antonio Cruz Siqueira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Carlos Eduardo Camargo Nogueira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Carlos Roberto Moreira

Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG)

Cascavel, 1 de março de 2019

*“Dedico a todos que de alguma forma dispuseram-se a ajudar a concluir esse trabalho”.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Romildo e Marlene Paganin, e meus irmãos Rodrigo e Renato Paganin, pelo apoio e incentivo ao longo de toda minha vida.

À minha namorada Caroline Strassburger e sua família pela compreensão, apoio e incentivo para que esse trabalho fosse finalizado.

Ao Sr. Tônico, Dona Dulce, Dona Olga e a Cristiane por auxiliar no processo de coleta de dados.

Aos produtores Célio Koch, Hélio Koch, Irio Glienke e Veroni Weirich pela disponibilidade e pelo auxílio prestado.

À cooperativa Lar que gentilmente abriu as portas da empresa para a realização dessa pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira pela compreensão, pelo auxílio e pela orientação para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza pela coorientação e assessoramento prestados.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus Cascavel, pelos ensinamentos compartilhados.

A todos os responsáveis pelos serviços do programa de mestrado, pela dedicação e comprometimento, em especial à Vanderléia L. S. Schmidt, por estar sempre disponível para resolver qualquer situação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, por incentivar a pesquisa e a inovação através do aperfeiçoamento da pesquisa.

Aos professores e colegas de trabalho do Centro Universitário Assis Gurgacz pelo incentivo, apoio e compreensão.

Ao Centro Universitário Assis Gurgacz, pelo apoio dado no período da pesquisa.

E também a Deus, por permitir que eu possa vencer desafios e continuar a caminhada da vida sempre abençoado por Ele.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Oferta interna de energia elétrica no Brasil em 2016. ....	5
Figura 2 - Variação do PIB e variação do consumo de energia (1998 – 2007). ....	6
Figura 3 - Consumo de energia elétrica por região do Brasil (2016). ....	7
Figura 4 - Consumo de energia elétrica no Brasil por classe (2016). ....	7
Figura 5 - Percentual de domicílios rurais sem acesso a eletricidade, 2000 e 2010. .	8
Figura 6 - Destino da produção brasileira de carne suína em 2017. ....	10
Figura 7 - Distribuição da produção de carnes no Brasil em 2016. ....	11
Figura 8 - Percentual de abate de suínos no Brasil em 2017. ....	12
Figura 9 - Respostas fisiológicas de suínos frente ao <i>stress</i> térmico ambiental. ....	18
Figura 10 - Distância entre as edificações para produção de suínos. ....	23
Figura 11 - Orientação geográfica para o posicionamento das pocilgas. ....	23
Figura 12 - Localização da cidade de Santa Helena no estado do Paraná. ....	25
Figura 13 - Pocilgas “1A” e “2A”, localizadas na propriedade “A”. ....	26
Figura 14 - Vista interna da pocilga "1A". ....	27
Figura 15 - Vista interna da pocilga "2A". ....	28
Figura 16 - Pocilgas “1B” e “2B” ....	28
Figura 17 - Vista interna da pocilga "2B". ....	29
Figura 18 - Pocilga 3B. ....	29
Figura 19 - Vista interna da pocilga "3B". ....	30
Figura 20 - Pocilga “C1”. ....	31
Figura 21 - Vista interna da pocilga "1C". ....	31
Figura 22 - Termovisor Irisys IRI 4030 (vista frontal/vista posterior). ....	32
Figura 23 - Termo-higrômetro digital <i>Internas Pyromed PY766</i> . ....	33
Figura 24 - Exemplo da instalação dos termo-higrômetros digitais nas pocilgas. ....	34
Figura 25 - Termo-higrômetro instalado na área externa de uma das propriedades. ....	35
Figura 26 - Temperatura e umidade relativa do ar da área externa das pocilgas às 09:00 horas. ....	37
Figura 27 - Temperatura e umidade relativa do ar da área externa das pocilgas às 15:00 horas. ....	38
Figura 28 - Temperatura da área externa das pocilgas às 19:00 horas. ....	38
Figura 29 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na	

pocilga "1A".	40
Figura 30 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "1A".	41
Figura 31 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1A" – 09:00 horas.	42
Figura 32 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "1A".	43
Figura 33 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga "1A".	44
Figura 34 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1A" – 15:00 horas	45
Figura 35 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga "1A".	46
Figura 36 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga "1A".	47
Figura 37 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1A" – 19:00 horas.	48
Figura 38 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "1A".	49
Figura 39 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO <i>et al.</i> , 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga "1A".	50
Figura 40 - Orientação geográfica da pocilga "1A" e "2A".	51
Figura 41 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga "2A".	52
Figura 42 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "2A".	53
Figura 43 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2A" – 09:00 horas.	54
Figura 44 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "2A".	54
Figura 45 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga "2A".	55
Figura 46 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2A" – 15:00 horas.	56
Figura 47 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga "2A".	57
Figura 48 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga "2A".	58

Figura 49 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2A" – 19:00 horas. ....	59
Figura 50 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "2A". ....	59
Figura 51 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO <i>et al.</i> , 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga "2A".....	60
Figura 52 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga "1B". ....	62
Figura 53 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "1B". ....	63
Figura 54 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1B" – 09:00 horas. ....	64
Figura 55 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "1B". ....	65
Figura 56 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga "1B". ....	66
Figura 57 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1B" – 15:00 horas. ....	67
Figura 58 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga "1B". ....	68
Figura 59 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga "1B". ....	69
Figura 60 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1B" – 19:00 horas. ....	70
Figura 61 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "1B". ....	70
Figura 62 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO <i>et al.</i> , 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga "1B".....	71
Figura 63 - Orientação geográfica da pocilga "1B" e "2B". ....	72
Figura 64 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga "2B". ....	73
Figura 65 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "2B". ....	74
Figura 66 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2B" – 09:00 horas. ....	75
Figura 67 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "2B". ....	76
Figura 68 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do	

ambiente às 15:00 horas na pocilga “2B”.....	77
Figura 69 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2B" – 15:00 horas. ....	78
Figura 70 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga “2B”.....	78
Figura 71 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga “2B”.....	79
Figura 72 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2B" – 19:00 horas. ....	80
Figura 73 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "2B". ....	81
Figura 74- Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO <i>et al.</i> , 2006) x valores observados na pesquisa para a pocilga “2B”.....	82
Figura 75 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga “3B”.....	83
Figura 76 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga “3B”.....	84
Figura 77 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "3B" – 09:00 horas. ....	85
Figura 78 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga “3B”.....	85
Figura 79 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga “3B”.....	86
Figura 80 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "3B" – 15:00 horas. ....	87
Figura 81 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga “3B”.....	88
Figura 82 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga “3B”.....	89
Figura 83 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "3B" – 19:00 horas. ....	89
Figura 84 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "3B". ....	90
Figura 85 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO <i>et al.</i> , 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga “3B”.....	91
Figura 86 - Orientação geográfica da pocilga "3B".....	91
Figura 87 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga “1C”.....	92

Figura 88 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "1C".....	93
Figura 89 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1C" – 09:00 horas.....	94
Figura 90 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "1C".....	95
Figura 91 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga "1C".....	96
Figura 92 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1C" – 15:00 horas.....	97
Figura 93 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "1C".....	97
Figura 94 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga "1C".....	98
Figura 95 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1C" – 19:00 horas.....	99
Figura 96 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "1C".....	100
Figura 97 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNON <i>et al.</i> , 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga "1C". .....	101
Figura 98 - Orientação geográfica da pocilga "1C". .....	101
Figura 99 - Comparativo geral entre os parâmetros de conforto térmico nas pocilgas nos horário indicados. ....	102

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cenário mundial da carne suína (mil ton) no ano de 2017 .....	11
Tabela 2 – Temperatura de conforto para diferentes categorias de suínos .....	19
Tabela 3 - Valores recomendados de temperatura e umidade relativa do ar para suínos de acordo com as fases de desenvolvimento.....	19
Tabela 4 – Temperaturas e umidades relativas ótimas e críticas para suínos .....	20
Tabela 5 - Temperatura corporal superficial de nuca, paleta e pernil para suínos em ambiente de conforto térmico .....	20
Tabela 6 - Especificações técnicas do termovisor Irisys IRI 4030 .....	32
Tabela 7 – Especificações técnicas do Termo-higrômetro digital <i>Internas Pyromed</i> PY766 .....	33
Tabela 8 - Modelo de tabela para o registro dos dados de temperatura e umidade relativa do ar.....	35
Tabela 9 - Variação da temperatura e umidade relativa do ar externas .....	39

PAGANIN, Ricardo. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, fevereiro de 2019. **Avaliação do conforto térmico em pocilgas de suínos de corte na região oeste do estado do Paraná.** Orientador: Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira. Coorientador: Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza.

## RESUMO

Os animais possuem sistemas internos de controle de temperatura, esse fato faz com que em situações adversas esses sistemas entrem em ação para regular a temperatura corpórea. Quando há essa situação, ocorre o acionamento de sistemas termorreguladores que utilizam uma maior quantidade de energia interna para tentar regular a temperatura do corpo a um valor adequado ao desenvolvimento. Esse caso aplica-se à produção agropecuária, tendo ênfase nesse trabalho a suinocultura, sendo assim quando o ambiente, no caso uma pocilga, é adequado termicamente, evita-se o *stress* térmico e favorece o desenvolvimento do animal. Esse trabalho teve como objetivo avaliar as condições conforto térmico em pocilgas de suínos de corte na região oeste do estado do Paraná. Para o desenvolvimento dessa pesquisa foram utilizadas três propriedades rurais localizadas na cidade de Santa Helena, no oeste do estado do Paraná, no total as propriedades possuem seis pocilgas. Foram feitas medições diárias de temperatura e umidade relativa do ar na parte interna e externa das pocilgas com a utilização de um termo-higrômetro de forma simultânea, assim como a verificação da temperatura superficial dos animais com a utilização de um termovisor em três horários do dia (09:00, 15:00 e 19:00 horas). Observou-se que a pocilga “1C”, com cobertura de telha cerâmica, foi aquela que mais se aproximou das condições ditas como ideais, tendo como resultado de temperatura e umidade relativa do ar no ambiente interno a média de 26,9°C e 76% para às 09:00, de 31,6°C e 58% para às 15:00 horas e de 29,3°C e 66% para às 19:00 horas. A pocilga “3B”, com cobertura de telha de fibrocimento, foi aquela que mais distanciou-se dos valores tidos como ideais de conforto térmico, tendo como resultado de temperatura e umidade relativa do ar no ambiente interno a média de 27,5°C e 72% para às 09:00, de 32,2°C e 58% para às 15:00 horas e de 30,0°C e 60% para às 19:00 horas. Os resultados encontrados permitem concluir que nenhuma das pocilgas analisadas possui condições termicamente confortáveis para o desenvolvimento da produção de suínos.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

**PALAVRAS-CHAVE:** conforto térmico; pocilgas; suinocultura; energia.

PAGANIN, Ricardo. Western Paraná State University, July 2018. **Evaluation of thermal comfort in swine pigs in the western region of the state of Paraná.** Adviser: Dr. Jair Antonio da Cruz Siqueira. Co-adviser: Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza.

### **ABSTRACT**

The animals have internal systems of temperature control, this fact causes that in adverse situations these systems take action to regulate the corporal temperature. When this situation occurs, the activation of thermoregulatory systems that use a greater amount of internal energy occurs to try to regulate the temperature of the body to an adequate value to the development. This case applies to agricultural production, with emphasis in this work on swine, so when the environment, in this case a pigsty, is thermally adequate, it avoids thermal stress and favors the development of the animal. The objective of this work was to evaluate the thermal comfort conditions in pigsty of pigs in the western region of the state of Paraná. For the development of this research were used three rural properties located in the city of Santa Helena, in the west of the state of Paraná, in total the properties have six pigs. Daily temperature and relative humidity measurements were taken on the inside and outside of the pens with the use of a thermohygrometer simultaneously, as well as the verification of the superficial temperature of the animals with the use of a thermal imager at three times a day (09:00, 15:00 and 19:00 hours). It was observed that the "1C" shed, with ceramic tile cover, was the one that most approached the conditions said to be ideal, having as a result of temperature and relative humidity of the air in the internal environment the average of 26,9 ° C and 76% at 09:00, 31.6 ° C and 58% at 3:00 p.m. and 29.3 ° C and 66% at 7:00 p.m. The "3B" shed, with fiber cement tile coverage, was the one that further distanced itself from the values considered as ideal of thermal comfort, having as a result of temperature and relative humidity of the air in the internal environment the average of 27,5 ° C and 72% at 09:00, 32.2 ° C and 58% at 3:00 p.m. and 30.0 ° C and 60% at 7:00 p.m. The results showed that none of the pigs analyzed had thermally comfortable conditions for the development of pig production.

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

**KEYWORDS:** thermal comfort; pigs; swine breeding; energy.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Matriz energética brasileira .....	4
2.2 Consumo de energia elétrica no Brasil .....	5
2.3 Consumo de energia elétrica no setor rural.....	8
2.4 Panorama da suinocultura no Brasil .....	9
2.5 Bem-estar animal na produção de suínos.....	12
2.6 Aspectos fisiológicos dos suínos.....	14
2.7 Conforto ambiental e térmico na suinocultura .....	16
2.8 Instalações rurais voltadas para a suinocultura.....	20
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1 Material .....	25
3.1.1 Caracterização da área experimental.....	25
3.1.2 Caracterização dos elementos amostrais .....	26
3.1.2.1 Propriedade “A” .....	26
3.1.2.2 Propriedade “B” .....	28
3.1.2.3 Propriedade “C” .....	30
3.1.3 Caracterização do termovisor utilizado para medição da temperatura dos suínos. ....	31
3.1.4 Caracterização do termo-higrômetro utilizado para medição da temperatura e umidade relativa no interior das pocilgas .....	33
3.2 Métodos.....	33
3.2.1 Método de medição da temperatura e da umidade relativa do ar interna e externa do ambiente e a temperatura superficial dos suínos nas pocilgas.....	34
3.3 Análise dos dados .....	36
3.3.1 Avaliação do conforto térmico dos suínos em função das condições do ambiente .....	36
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>37</b>
4.1 Avaliação dos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar na área externa às pocilgas.....	37

<b>4.2</b>	<b>Avaliação dos parâmetros de conforto térmico nas pocilgas</b> .....	<b>39</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Avaliação dos parâmetros de conforto térmico nas pocilgas da propriedade “A”</b> .....	<b>39</b>
<b>4.2.1.2</b>	<b>Pocilga “2A”</b> .....	<b>51</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Avaliação dos parâmetros de conforto térmico nas pocilgas da propriedade “B”</b> .....	<b>61</b>
<b>4.2.2.1</b>	<b>Pocilga “1B”</b> .....	<b>61</b>
<b>4.2.2.2</b>	<b>Pocilga “2B”</b> .....	<b>72</b>
<b>4.2.2.3</b>	<b>Pocilga “3B”</b> .....	<b>82</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Avaliação dos parâmetros de conforto térmico nas pocilgas da propriedade “C”</b> .....	<b>92</b>
<b>4.2.3.1</b>	<b>Pocilga “1C”</b> .....	<b>92</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Comparação dos parâmetros de conforto térmicos das pocilgas</b>	<b>102</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>104</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>105</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em tempos recentes os países desenvolvidos e emergentes têm buscado fontes alternativas de geração de energia e a racionalização de seu uso. Esses fatos derivaram do aumento da demanda energética mundial, da redução das reservas energéticas não renováveis e das propostas de controle de emissão de gases poluentes (MIRANDA, 2018). Nesse sentido, percebe-se que a energia é essencial para o desenvolvimento de uma sociedade o que enfatiza as preocupações relativas à sua disponibilidade imediata e futura.

Ainda, segundo Aiminho (2010), há uma tendência de as questões ambientais direcionarem os caminhos do desenvolvimento energético mundial, objetivando o desenvolvimento sustentável, considerando os cuidados ambientais e o progresso econômico. Nesse viés as fontes alternativas de geração de energia terão um papel importante na matriz energética global, pois possuem um grande potencial de geração de energia a custos ambientais baixos. Dessa forma, haverá destaque para a geração de energia elétrica por fontes menos poluentes como a turbina eólica e painéis solares.

A matriz energética mundial sofreu mudanças ao longo dos anos, para adaptar-se às condições de demanda, oferta e exigências ambientais, assim, observou-se o acréscimo da participação de fontes energéticas consideradas sustentáveis na produção de energia, isso evidencia o aumento da demanda e a busca por condições de desenvolvimento racional dos países (GELLER, 2002).

Conforme destaca a Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2017) há uma tendência de crescimento da demanda energética no Brasil. Levando em consideração os cenários adotados de desenvolvimento, haverá um aumento do consumo da classe residencial e comercial de 3,9% ao ano, enquanto que para a classe industrial projeta-se um crescimento da demanda energética de 2,9% ao ano, considerando o período de 2017 a 2026.

Segundo Camacho (2009), o processo evolutivo levou os países a encontrar um cenário que exigiu o aprimoramento das técnicas produtivas, dos equipamentos industriais e pesquisas energéticas. Essas ações advêm do aumento da demanda e da necessidade de efficientização do consumo de energia em qualquer segmento produtivo.

O processo de efficientização do consumo de energia tem se desenvolvido ao longo dos anos, pois, há envolvida uma dinâmica tecnológica nos diversos segmentos

de consumo, como é o caso do segmento produtivo. Nesse sentido, há uma perspectiva de que o setor produtivo brasileiro tenha um ganho de eficiência energética de 2,3% ao ano até 2021 e de 3,8% ao ano entre 2021 e 2026 (EPE, 2017).

Esse processo de racionalização no uso da energia contempla inúmeras ações, e, dentre elas pode-se destacar a utilização de máquinas e equipamentos mais eficientes e a redução do desperdício (ELETROBRAS, 2015).

Segundo EPE (2018), em relação ao consumo energético nacional o setor produtivo tem se destacado no ano de 2018, em função da melhora nas condições econômicas do Brasil. Desde janeiro de 2018 o setor produtivo tem registrado aumento no consumo de energia, sendo que no mês de maio de 2018 o setor registrou um avanço de 3,3% em relação ao mesmo mês do ano anterior.

Dentre os processos produtivos que demandam energia, tem-se a suinocultura, que se tornou uma atividade relevante no âmbito social e econômico para a região sul do Brasil, viabilizando a geração de empregos e o desenvolvimento econômico, em função da comercialização nacional e internacional de produtos (VIVAN *et al.*, 2010). Considerando isso, o oeste do Paraná tem destaque, em virtude das cooperativas instaladas na região e os incentivos ao setor suinícola.

De acordo com Talamini e Santos Filho (2017), o Brasil possui um crescimento anual contínuo na produção de carne suína, sendo que em 2017 atingiu cerca de 3% de participação no total mundial produzido, com isso o país ocupa a 4ª posição mundial na produção e exportação de carne suína, sendo um dos motivos que tornam a atividade atrativa no cenário econômico atual.

Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA (2018), a região sul do Brasil teve destaque na produção de suínos, no ano de 2017, quando foram abatidos na região cerca de 30 milhões de cabeças, representando 69% do total abatido no país. Esse fato demonstra a representatividade da região sul na produção nacional de suínos, considerando ainda que no estado do Paraná foram abatidas cerca de 9 milhões de cabeças, que representa 21,01% do total nacional.

Considerando o desenvolvimento do setor suinícola no Brasil, percebe-se uma preocupação com o desempenho energético desse segmento, assim como o cuidado relativo ao bem-estar animal, visto que a qualidade dos produtos é um fator relevante (WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH – OIE, 2015). Nesse contexto, destaca-se ainda o controle da temperatura e das condições do ambiente de criação do suíno, os locais denominados de pocilgas. Deste modo, as exigências

do mercado consumidor levam o produtor a preocupar-se também com o conforto animal.

Portanto, com a finalidade de colaborar com a produção de suínos, visando o conforto térmico dos animais e a racionalização da produção, essa pesquisa tem como objetivo geral avaliar o conforto térmico em pocilgas de suínos de corte na região oeste do estado do Paraná. Assim como, os objetivos específicos baseiam-se em avaliar a eficiência das estruturas em manter um ambiente adequado para terminação de suínos de corte e determinar dentre as pocilgas analisadas qual atende aos critérios de conforto ambiental.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Matriz energética brasileira

A matriz energética brasileira é diversificada, segundo o relatório do Balanço Energético Nacional - BEN (2018), a oferta de energia no Brasil no ano de 2017 teve um acréscimo de 1,8% em relação ao ano anterior. Desse total, o petróleo e derivados contribuíram com a maior parte, sendo 36,2%, as demais energias não renováveis como gás natural, carvão, urânio, dentre outras, representaram 20,6%.

A situação de hegemonia do petróleo frente às outras fontes energéticas fica perceptível, para Cattaneo (2014), considerando a energia consumida no mundo, destaca-se a utilização do petróleo e derivados, assim como o carvão e o gás natural. Essa dependência de fontes de energia não renováveis evidencia a importância da diversificação da matriz energética e a busca por fontes alternativas.

De acordo com o BEN (2018), as energias renováveis representaram 43,2% do consumido em 2017, ganhando destaque a biomassa da cana (17,4%), a hidráulica (11,9%), lenha e carvão vegetal (8,0%) e outras fontes (5,8%).

Essa busca pela renovação da matriz energética de um país tornou-se mais evidente, pois estudos apontam que a demanda energética mundial tende a crescer e, em contrapartida as reservas de fontes não renováveis estão diminuindo. Dessa forma, há uma preocupação no aprimoramento e desenvolvimento de tecnologias para geração de energia a partir de fontes renováveis (SORANSO *et al.*, 2008).

Em relação a oferta interna de energia elétrica no Brasil, BEN (2017) destaca a geração de energia hidráulica que respondeu por 68,1% da energia ofertada no país. Nesse aspecto, também se destaca que 81,7% da oferta interna de energia elétrica são de origem renovável, podendo-se ainda observar a participação das outras fontes de geração de energia na Figura 1.

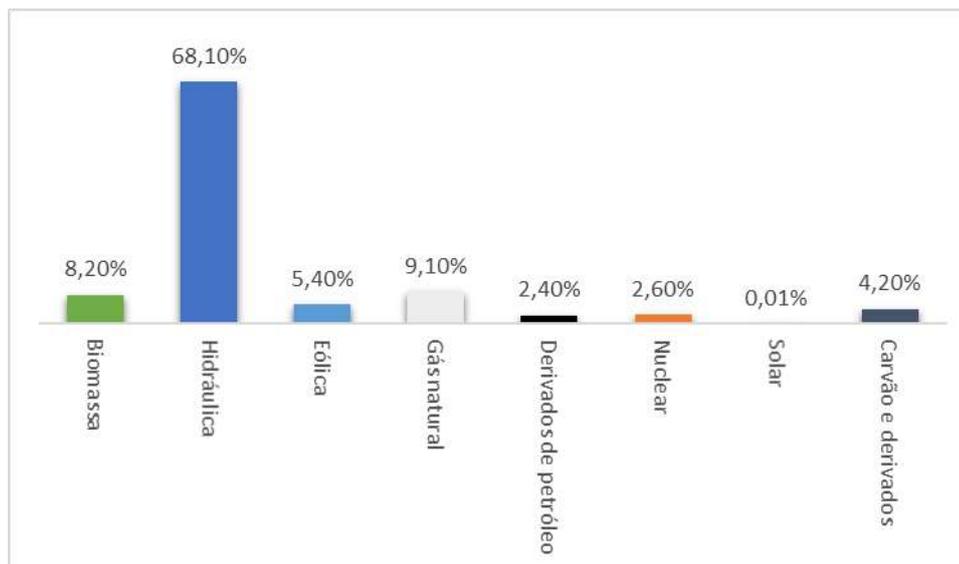


Figura 1- Oferta interna de energia elétrica no Brasil em 2016.  
Fonte: BEN, 2017.

Em função do elevado consumo de energia, Aiminho (2010) reforça que a produção de um mesmo produto com menos desperdício configura uma ação de eficiência. Considerando que a maioria dos processos produtivos utilizam energia elétrica ou térmica é relevante a implementação de ações que visam racionalizar a utilização da energia em todo o processo produtivo.

Na agricultura é comum o aumento da utilização de energia, na forma de defensivos agrícolas, fertilizantes, máquinas e equipamentos, a utilização irracional e desenfreada dessas energias pode acabar ocasionando problemas relacionados à saúde pública e ao meio ambiente (SHAHAMAT *et al.*, 2013). Assim, para Mobtaker *et al.* (2010) deve-se buscar a efficientização do uso da energia, assim como o desenvolvimento tecnológico de novas fontes renováveis e o aprimoramento das fontes renováveis já existentes.

## 2.2 Consumo de energia elétrica no Brasil

Ao analisar-se o consumo de energia elétrica em um país, percebe-se que este dado relaciona-se aos indicadores econômicos, assim como com a qualidade de vida da população. Pois, ao passo que o consumo de energia aumenta o desenvolvimento industrial, comercial e social tende a estar em ritmo acelerado também, indicando o aumento da atividade econômica e a modernização tecnológica do país (ANEEL, 2008).

De acordo com a ANEEL (2008), houve entre os anos de 1973 e 2006 um aumento significativo no consumo de energia mundial, sendo da ordem de 73%, pode-se perceber a variação de acordo com os dados econômicos essa situação pode ser observada na Figura 2.

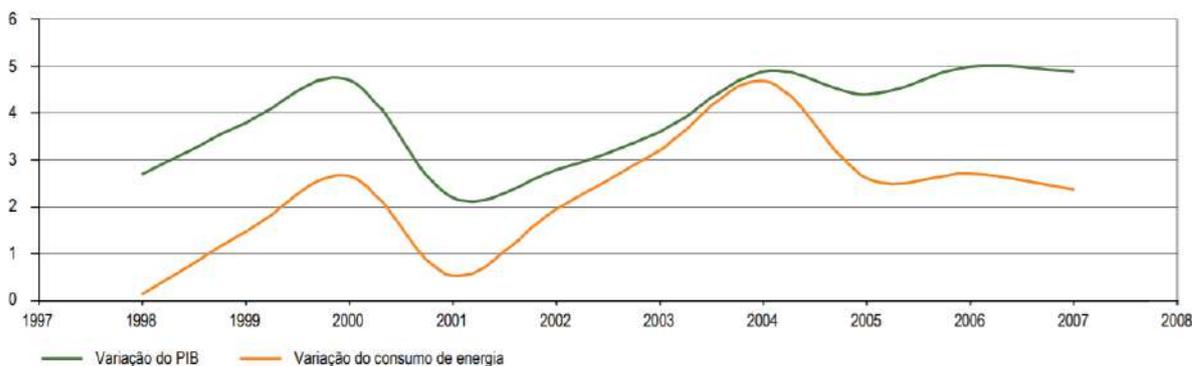


Figura 2 – Variação do PIB e variação do consumo de energia (1998 – 2007).

Fonte: IPEA, 2008 *apud* ANEEL, 2008.

Observa-se que de acordo com as variações da economia, houve também a variação no consumo de energia no país, sendo possível verificar o desenvolvimento econômico de um país, conforme as variações do consumo de energia. Em função do desenvolvimento contínuo, projeta-se que haverá o dobro da demanda atual por energia até o ano de 2050 (EPE, 2017).

De acordo com dados da EPE (2017), no ano de 2016 a população brasileira chegou a patamar de 206.871 milhões, sendo que o consumo da rede energia representou 460.829 GWh. Dessa forma, estimou-se um consumo per capita de 2.228  $\text{kW}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{hab}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ . Enquanto que a região sul do país em 2016 registrou uma população de 29.542 milhões de habitantes, para um consumo per capita de 2.778  $\text{kW}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{hab}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ .

Em relação ao consumo de energia elétrica por região, observou-se que no ano de 2016 a região sudeste do Brasil teve uma demanda de 229.970 GWh, representando um montante de 49,9 do total da demanda nacional, conforme observa-se da Figura 3.

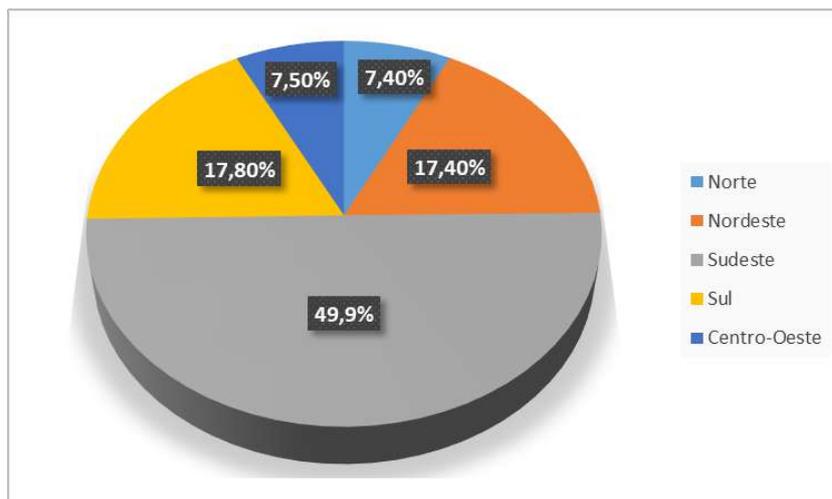


Figura 3 – Consumo de energia elétrica por região do Brasil (2016).  
Fonte: EPE - adaptado, 2017.

De acordo com a análise da Figura 3, destacam-se ainda como regiões significativas consumidoras de energia elétrica a sul e a nordeste, sendo possível a verificação do consumo de 82.063 GWh e 80.147 GWh, respectivamente, no ano de 2016.

Verificando-se o consumo por classe, observa-se que no ano de 2016 a classe industrial, consumindo 35,7% do total de energia elétrica utilizada, outras classes também configuram o total consumido no ano, conforme observa-se na Figura 4.

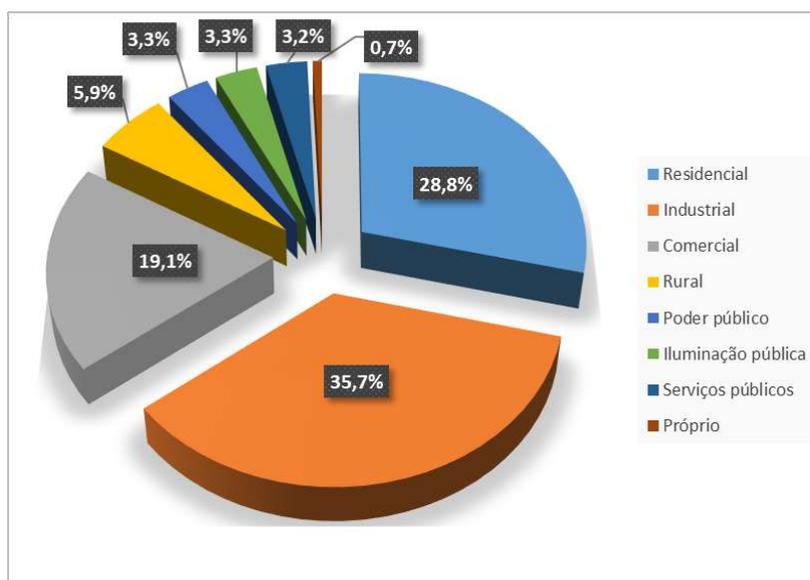


Figura 4 – Consumo de energia elétrica no Brasil por classe (2016).  
Fonte: EPE - adaptado, 2017.

De acordo com o levantamento da EPE (2017), no ano de 2016 foram consumidos pelo setor industrial um montante de 164.557 GWh, ao passo que a classe residencial consumiu 132.872 GWh, sendo a segunda maior classe

consumidora de energia elétrica no Brasil. Essa situação evidencia a relevância do consumo de energia elétrica pela indústria brasileira e, conseqüentemente, a contribuição do custo relativo à energia no produto final. A área rural esteve na quarta posição como maior classe consumidora de energia elétrica.

### 2.3 Consumo de energia elétrica no setor rural

De acordo com o IEA (2005), a disponibilidade de energia elétrica para uma região é de extrema importância para o seu desenvolvimento. Dessa forma, questões relacionadas ao fornecimento e consumo desse tipo de recurso são fundamentais, inclusive no setor rural.

Segundo Oliveira (2001), nos países desenvolvidos já há uma preocupação quanto ao processo de fornecimento de energia no meio rural. Por esse motivo, os habitantes das regiões interioranas têm direito a usufruir desse recurso, forçando o Estado a implementar ações de expansão da rede elétrica.

No Brasil, a distribuição de eletricidade no meio rural, ainda tende a ser precária, os últimos dados divulgados pelo censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) *apud* Dassie (2016), demonstram que mais de 2,7 milhões de brasileiros não têm acesso a energia elétrica, sendo que cerca de 85% desse montante encontra-se na zona rural. Ainda pode-se observar na Figura 5, a evolução desses dados nos censos de 2000 e de 2010.

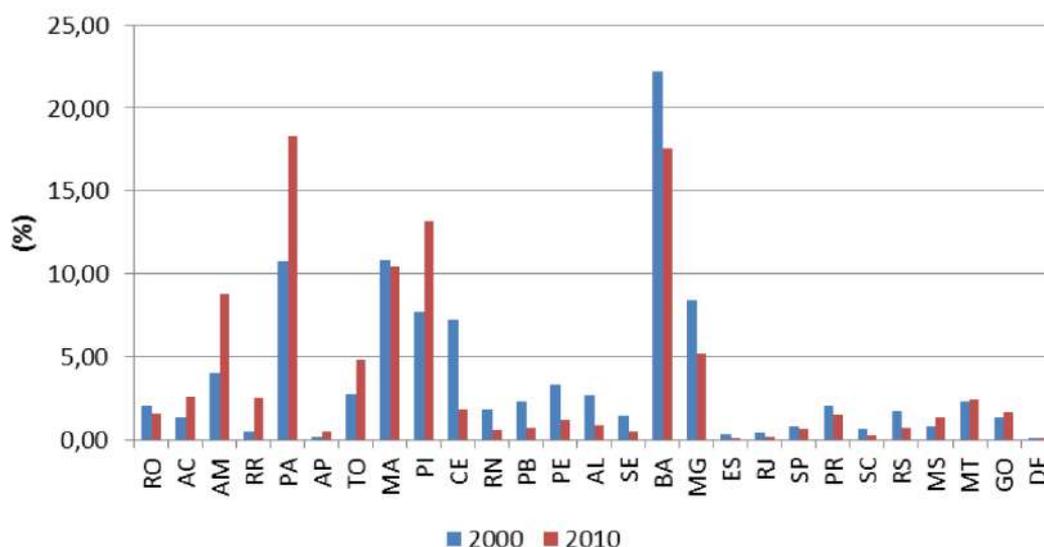


Figura 5 – Percentual de domicílios rurais sem acesso a eletricidade, 2000 e 2010.

Fonte: DASSIE, 2016.

Observa-se que em determinadas regiões do Brasil, houve com o passar dos anos o desenvolvimento e a extensão do consumo para o meio rural, como é o caso da maioria dos estados, entretanto em outros como é o caso do Amazonas ocorreu a situação inversa. Em relação ao Paraná, percebe-se que entre o intervalo de um censo e outro, houve uma queda no percentual de domicílios rurais sem acesso à energia elétrica, o que indica a tendência de crescimento e desenvolvimento do setor rural da região.

Para Oliveira (2001), o consumo de energia no setor rural, divide-se em consumo produtivo e consumo residencial. Sendo possível subdividir o consumo no setor produtivo em: consumo de energia por fontes, consumo de energia por uso final e análise dos usos finais por fontes energéticas.

Oliveira (2001), ainda destaca que o Balanço de Energia Útil de 1993, evidenciou os destaques para os usos da energia final no setor agropecuário, sendo de 68,6% para força motriz, 17,1% para aquecimento direto e 13,9% para o calor de processo.

Em um período de observação entre os anos de 1983 e 1993, observou-se que as fontes energéticas de óleo diesel e eletricidade foram aquelas que tiveram um aumento de consumo. Dessa forma, percebe-se que no setor agropecuário, destaca-se a utilização de fontes energéticas para força motriz, sendo essa finalidade a ponta do crescimento do consumo de eletricidade no meio rural (OLIVEIRA, 2001).

Segundo Pereira (1992), o consumo de eletricidade por parte do produtor relaciona-se com as características socioeconômicas do mesmo. Assim, a demanda energética depende dos recursos financeiros disponíveis para a implantação de equipamentos de produção. O autor destaca os principais usos finais de energia elétrica:

- a) Bombeamento de água;
- b) Acionamento de máquinas agrícolas;
- c) Ferramentas e equipamentos de oficina que exigem o uso de energia elétrica;
- d) Refrigeração de alimentos perecíveis.

## **2.4 Panorama da suinocultura no Brasil**

Para Talamini e Santos Filho (2017), o Brasil tem se destacado na produção

de carne suína, tendo ao longo do tempo um desenvolvimento contínuo e expressivo. Esse cenário atrai as atenções de investidores, que buscam uma atividade economicamente rentável e segura.

De acordo com a Agrocolações (2017) *apud* ABPA (2018), os maiores produtores de carne suína no mundo são em ordem de expressão, China, União Europeia, Estados Unidos e Brasil. Destaca-se que esse produto se tornou uma importante fonte de proteína animal, uma das mais produzidas e consumidas no mundo.

Rohenkohl (2003) relata que a suinocultura é uma atividade de grande importância no desenvolvimento econômico e social de um lugar, ocupando uma posição de destaque no agronegócio brasileiro. Sendo assim, estima-se em sua pesquisa a geração de cerca de 730 mil empregos e o benefício de mais de 2,7 milhões de pessoas com a renda gerada por essa atividade.

Conforme os dados da ABPA (2018), o Brasil atingiu um patamar elevado na produção de carne suína, sendo que em 2017 a produção atingiu 3,758 milhões de toneladas e, desse montante 81,5% serviu para abastecer o mercado interno e o restante (18,5%) foi para exportação, conforme observa-se na Figura 6.



Figura 6 – Destino da produção brasileira de carne suína em 2017.  
Fonte: ABPA (2018).

Os dados da ABPA (2018), ainda apontam informações relativas a produção mundial de carne suína, destacando a China, que corresponde a maior produtora e importadora mundial. O Brasil ocupou a 4ª colocação como produtor assim como de exportador de carne suína do mundo, conforme pode-se observar na Tabela 1.

Tabela 1 – Cenário mundial da carne suína (mil ton) no ano de 2017

<b>Produção – 2017</b>	China	UE	EUA	Brasil	Rússia	Outros
<b>Total 110.961</b>	53.400	23.675	11.610	3.758	2.960	15.558
<b>Importação – 2017</b>	China	Japão	México	Correia do Sul	EUA	Outros
<b>Total 7.884</b>	1.620	1.475	1.083	645	506	2.555
<b>Exportação – 2017</b>	UE	EUA	Canadá	Brasil	China	Outros
<b>Total 8.190</b>	2.857	2.555	1.324	697	208	549

Fonte: USDA/ABPA (2018).

Em relação ao mercado interno ainda é possível destacar a participação da carne suína no consumo, de acordo com dados do ano de 2016, a carne suína correspondeu a 14,1% da produção nacional de carnes, conforme observa-se na Figura 7.

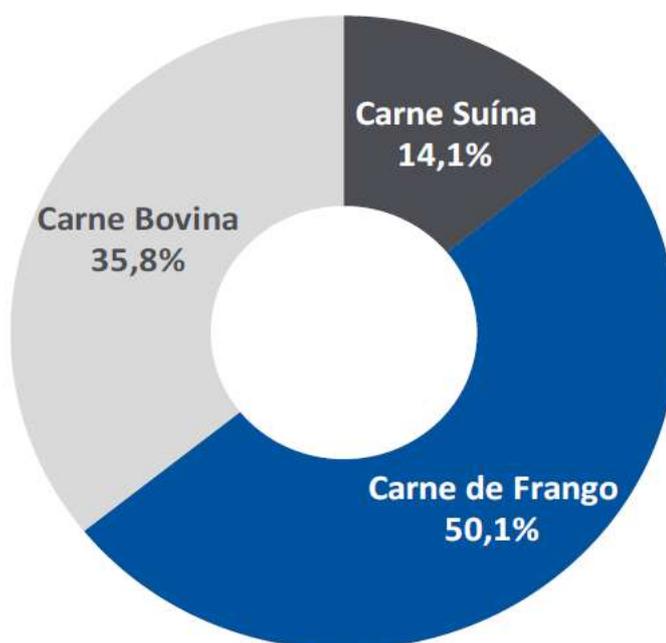


Figura 7 – Distribuição da produção de carnes no Brasil em 2016.

Fonte: USDA/Bradesco (2017).

De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2017), no Brasil em 2017, foram abatidas cerca de 37 milhões de cabeças de suínos, sendo que desse total, 69% corresponde ao abatido na região sul do país. Dentre os estados da região sul, Santa Catarina representa a maior porção, seguido pelo Paraná e o Rio Grande do Sul, conforme observa-se na Figura 8.

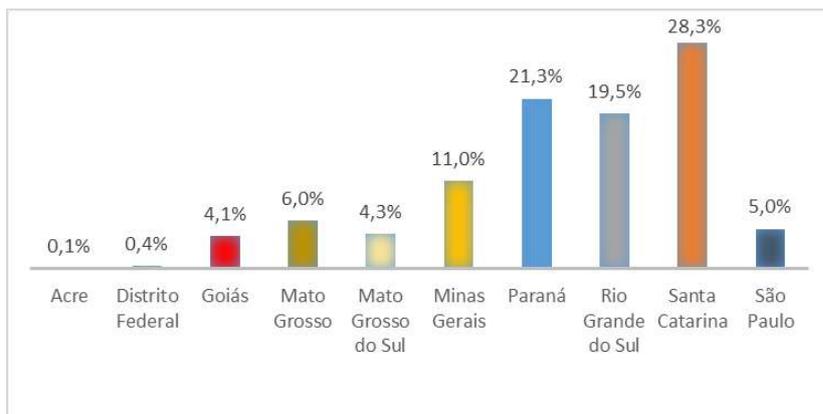


Figura 8 – Percentual de abate de suínos no Brasil em 2017.  
Fonte: Adaptado – MAPA (2017).

Conforme a Figura 8, observa-se que o estado do Paraná contribuiu com 21,3% dos abates de suínos no Brasil no ano de 2017. Isso reforça a importância da atividade suinícola no estado.

De acordo com Roesler e Cesconeto (2003), a atividade de produção de suínos teve uma grande contribuição para o desenvolvimento do Paraná, especialmente para a região oeste. Nesse viés, o aumento do consumo de produtos agropecuários e o aumento da renda das famílias foram fatores preponderantes para a estabilidade social no campo, com reflexos positivos no ambiente urbano.

## 2.5 Bem-estar animal na produção de suínos

O bem-estar animal direciona o manejo na produção de qualquer segmento da agropecuária, tendo reflexo nos quesitos sociais, econômicos, éticos, científicos e culturais de uma determinada região (WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH - OIE, 2015).

Em relação ao assunto, entende-se que o ambiente de criação de qualquer animal deve proporcionar condições de desenvolvimento, pois quando há *stress* ambiental, poderá haver reflexos negativos na produção e conseqüentemente no quesito econômico (MAPA, 2013).

De acordo com a ABCS (2016), o bem-estar animal está relacionado com uma boa alimentação, um bom alojamento, facilidade de movimentação, conforto térmico, boa saúde e a liberdade de expressão do comportamento natural do animal. Esses fatores culminam em boas práticas de manejo, e conseqüentemente determinam ganhos de produtividade em todas as etapas de produção.

Em relação a legislação, a Constituição Federal do Brasil de 1988, define preceitos e cuidados com a utilização e exploração animal no país. O documento prevê que se deve manter um ambiente ecologicamente equilibrado, mantendo a harmonia entre o uso da fauna e flora, tratando-se de um bem de uso comum e essencial à qualidade de vida (BRASIL, 1988).

Ademais, no inciso VII, do parágrafo 1º, do artigo 225 da referida norma, define-se a responsabilidade do Poder Público em fiscalizar abusos que coloquem em risco uma espécie, assim como ações que submetam os animais a crueldade, ou qualquer prática que coloque em risco a função ecológica da fauna e da flora (BRASIL, 1988).

Ao passo que o país possui uma legislação de proteção animal, o estado do Paraná em 2003 promulgou a Lei 14037, que instituiu o Código Estadual de Proteção aos Animais. A normativa estadual possui instruções semelhantes a normativa federal, definindo as condições de maus-tratos, orientando sobre as condições para abate de animais, dando instruções para pesquisas laboratoriais, dentre outras ações humanas que utilizam animais.

Outros cuidados com o manejo de animais no Brasil são definidos pela instrução normativa nº 56 do MAPA (2008), este documento define procedimentos gerais de recomendações de boas práticas de bem-estar animal, englobando os processos de produção e transporte. Nesse sentido, a norma define conceitos básico de conforto animal, como o fornecimento de alimento adequado, instalações adequadas em todas as fases da vida do animal, dentre outras considerações.

Embora haja regulamentação para o conforto animal, é preciso destacar que a implementação de ações assertivas ao assunto deve partir dos próprios produtores. Sendo que alguns entendem que o bem-estar é um fator que contribui para a qualidade dos produtos (WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH - OIE, 2015).

Para a ABCS (2016), no aspecto nutricional o suíno não deve ficar sem ração por um tempo maior do que o definido entre os arraçoamentos, além disso a instalação deve ser adequada de modo que o acesso seja facilitado, evitando o *stress* animal. As condições básicas também se aplicam a água disponibilizada, devendo esta ser de boa qualidade, incolor, sem odor e limpa.

Os fatores ambientais também são relevantes para o bem-estar animal, uma vez que contribuem para o seu desenvolvimento, nesse sentido indica-se que os

locais destinados à criação dos suínos devem ser limpos a seco, sempre que possível, para evitar gastos desnecessário com água e energia. Da mesma maneira, a construção deve atender aos quesitos do ambiente sendo possível a adequação do projeto para o fornecimento de luz e ventilação natural, porém sem insolação excessiva (ABCS, 2016).

Outro fator importante que influencia no bem-estar animal é o conforto térmico, que se refere ao controle do ambiente, assim observa-se que os suínos ao longo da cadeia produtiva necessitam de faixas de temperatura distintas, porém geralmente são alojados em um mesmo espaço, o que dificulta o manejo da produção por parte do produtor (CAMPOS *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2011).

## 2.6 Aspectos fisiológicos dos suínos

Em relação aos animais o desconforto fisiológico pode ser originado por variáveis climáticas, esses fatores influenciam no conforto do animal. Dentre as variáveis climáticas aquelas que têm maior influência na regulação térmica animal são a temperatura, a umidade do ar e a radiação solar direta. Os suínos são animais homeotérmicos, por isso o *stress* térmico gera uma resposta fisiológica, que na maior parte das vezes culmina na queda no desempenho produtivo (SOUSA *et al.*, 2011).

Os animais homeotérmicos procuram manter a temperatura corporal em uma faixa limitante ao longo do dia, esse processo de regulação térmica ocorre através do equilíbrio entre a produção de calor (termogênese) e a perda de calor (termólise) para o meio (BARBOSA *et al.*, 2004). Assim, os suínos na qualidade de animais homeotérmicos, dependem da ativação de mecanismos internos de controle de temperatura quando o ambiente não é propício ao seu desenvolvimento.

Para Nóbrega *et al.* (2011), as temperaturas mais amenas são favoráveis à dissipação do calor sensível do animal para o ambiente, através de radiação, condução ou convecção. Porém, se houver impedimento ao processo de dissipação de calor, a temperatura pode ultrapassar os limites fisiológicos normais, gerando o *stress* térmico.

O suíno pode realizar a troca de calor com o ambiente em forma de calor sensível (condução, convecção e radiação) e calor latente (evaporação), essa troca de calor é afetada pela temperatura, velocidade e umidade relativa do ar (PERDOMO *et al.*, 1999; BORTOLOZZO *et al.*, 2011). Além disso, os suínos não desencadeiam a

sudorese como resposta ao *stress* térmico, mas alteram a atividade respiratória e as ações comportamentais. Outro fato importante refere-se ao acelerado metabolismo dos suínos, situação essa que dificulta a dissipação de calor interno para o meio, em situações de altas temperaturas (BORTOLOZZO *et al.*, 2011).

Bortolozzo *et al.* (2011), destaca que a condução é o mecanismo de transferência de energia térmica entre corpos, entre partes de um mesmo corpo com temperaturas diferentes, por meio de energia cinética de movimentação de elétrons livres. É necessário que haja o contato direto entre moléculas dos corpos ou superfície nela envolvida, ou seja, o animal ganha ou perde calor pelo contato com substâncias frias ou quentes, incluindo o ar, a água e materiais sólidos, como por exemplo, o piso da baia.

A convecção refere-se as trocas de calor que acontecem pela movimentação de fluido (líquido ou gasoso) sobre o corpo do animal, como por exemplos pela ventilação seja natural ou artificial (GUYTON e HALL, 2002).

A trocas de calor ocorridas por radiação referem-se aquelas observadas pela emissão de raios térmicos infravermelhos, como ocorre quando um suíno produz calor e irradia essa elevação térmica aos demais animais em sua volta (PERDOMO, 2006 *apud* BORTOLOZZO *et al.*, 2011; GUYTON e HALL, 2002).

Perdomo (2006 *apud* BORTOLOZZO *et al.*, 2011), ainda complementa que as trocas de calor por evaporação ocorrem pelas mudanças do estado físico de um líquido. Essa situação, de acordo com Gayton e Hall (2002), refere-se as alterações na frequência respiratória em situações de *stress* por calor.

Assim, um ambiente com alta temperatura e alta umidade restringe as perdas evaporativas pela respiração, pois os suínos apresentam dificuldade para dissipar o calor. Ainda pode-se observar que a elevação da umidade relativa do ar de 45% para 90% a uma temperatura de 21°C é responsável pela redução das perdas de calor em até 8% (BORTOLOZZO *et al.*, 2011).

De acordo com Souza e Batista (2012), a termorregulação é controlada por dois sistemas, o sistema endócrino e o sistema nervoso. Os dois sistemas enviam informações por meio de fibras sensitivas ao hipotálamo. O centro regulador (hipotálamo) interpreta e responde as informações através de neurônios e fibras eferentes, até os órgãos responsáveis pelas ações de regulação da temperatura.

Brown-Brandl (2001) destaca que os animais podem ser classificados em endotérmicos ou exotérmicos. Os primeiros são os animais que utilizam uma fonte de

geração de calor interna para manutenção da temperatura corporal, enquanto os outros necessitam de fatores externos. Os suínos são considerados animais endotérmicos, também chamados de homeotérmicos.

Os animais homeotérmicos utilizam mecanismos fisiológicos para manter a temperatura interna dentro dos limites adequados. Essa forma de termorregulação ocorre pela termogênese (geração de calor) e a termólise (dissipação de calor) (COSSIN e BOWLER, 1987).

Assim, Baêta e Souza (2010) destacam que as interações dos suínos com o meio onde habitam podem ser consideradas como um sistema termodinâmico de trocas de calor. Com isso, quando há alterações térmicas no ambiente, também ocorrem variações fisiológicas no animal, como o gasto de energia produzido para gerar o balanço de calor entre o ambiente e o animal.

## **2.7 Conforto ambiental e térmico na suinocultura**

Alucci (1998) destaca que o desconforto causado por temperaturas elevadas (ou baixas), quanto pelas más condições de iluminação tendem a ser resolvidos pelo homem mediante a utilização de meios artificiais, tanto de iluminação quanto de condicionamento térmico, acarretando um aumento considerável no consumo de energia elétrica, sendo que conforto é a satisfação de cada um dos sentidos do animal.

As luzes infravermelhas têm sido utilizadas para medição da temperatura superficial de animais, com a finalidade de aumentar o grau de precisão na coleta de dados e, conseqüentemente, obter dados relevantes para os estudos de conforto térmico animal (CANIATTO *et al.*, 2013 *apud* MAINO, 2018).

De acordo com Roberto e Souza (2014), a tecnologia de infravermelho (TIV) pode ser considerada um avanço nos estudos relativos ao bem-estar animal, sendo uma tecnologia não invasiva. Com essa tecnologia pode ser realizado o mapeamento térmico de um corpo e analisada a radiação infravermelha emitida pelo animal.

Alguns trabalhos já desenvolvidos apresentam a influência do conforto ambiental e térmico no desenvolvimento dos animais, afirmando os efeitos negativos das elevadas temperaturas sobre a produção de leite, a reprodução e a baixa resistência a doenças (BARBOSA *et al.*, 2004).

Orlando *et al.* (2001) destacam que por serem animais homeotérmicos, os suínos têm um melhor desenvolvimento quando se encontram em situações

confortáveis de temperatura, nesse caso, as ações termorregulatórias do organismo funcionam a taxas mínimas, possibilitando a utilização da energia disponível para o crescimento e deposição de tecidos.

Já em ambientes sem conforto térmico, ocorre a perda da eficiência na utilização da energia disponível. Nesses casos, os suínos tendem a utilizar a energia para acionar os mecanismos de termorregulação do organismo (KERR *et al.*, 2003).

Para Collin *et al.*, (2001) ocorre uma queda no desempenho de suínos, quando estes estão submetidos a altas temperaturas, ou seja, ao desconforto térmico. Esse fato ocorre principalmente, pois há uma redução na rotina alimentar do animal, mas também está associado ao custo energético para o animal em acionar seus mecanismos de regulação de temperatura.

Conforme a pesquisa desenvolvida por Manno *et al.* (2005), pode-se constatar que os suínos submetidos ao *stress* térmico apresentaram um consumo de ração 12% menor que os animais em conforto térmico. Dessa forma, constatou-se que a queda no ganho de peso dos suínos em desconforto térmico pode ser justificada em parte, pela queda no consumo de ração.

Manno *et al.*, (2005) ainda destacam que os mecanismos termorreguladores utilizados pelos suínos, como o aumento da frequência respiratória e a redução da alimentação, são capazes de equilibrar a temperatura retal. Porém, são ineficazes para a manutenção da temperatura superficial adequada, registrando uma temperatura de nuca, paleta e pernil 9,5% superior aos animais em conforto térmico.

Brown-Brandl *et al.* (2001) destacam que nos suínos o conforto térmico ocorre quando o ambiente fornece das condições necessárias para uma temperatura aceitável, uma baixa umidade na superfície da pele e a mínima ação de mecanismos reguladores. Nesse sentido há uma faixa de temperatura ideal para cada fase do desenvolvimento do animal, respaldando sua capacidade de gerar calor em uma temperatura crítica inferior (TCI) e dissipar calor em uma temperatura crítica superior (TCS).

Para Broom e Molento (2004), existe uma zona de conforto térmico (ZTC), na qual o animal encontra-se na temperatura adequada, sem sensação de frio ou calor, tendo seu desempenho eficiente. A termoneutralidade corresponde a essa faixa de temperatura adequada, que é influenciada por diversos fatores, como as instalações, no caso de alterações na termoneutralidade o animal responderá com alterações fisiológicas e comportamentais (HOGBERG *et al.*, 2003 *apud* CORDEIRO, 2003).

As observações relativas ao *stress* térmico e as alterações fisiológicas e comportamentais dos animais pode ser verificada no esquema da Figura 9.

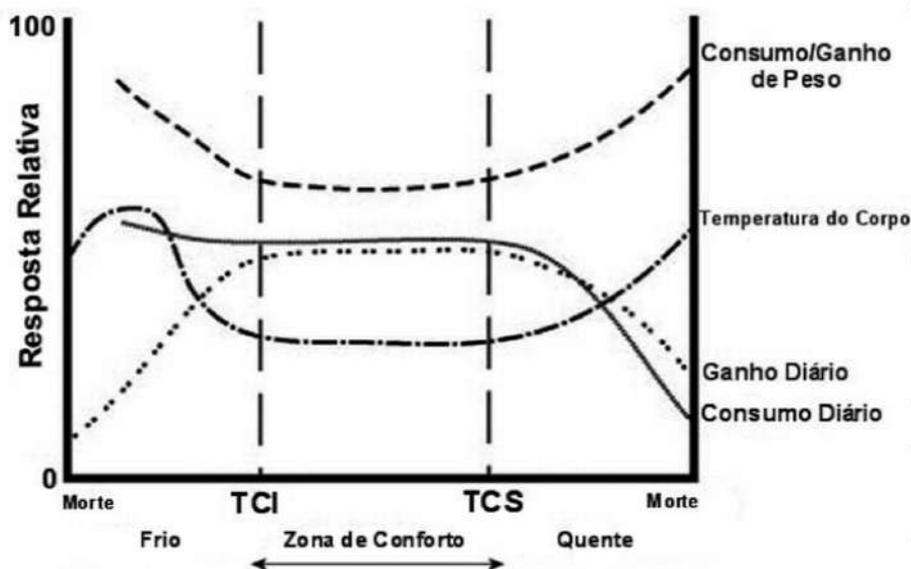


Figura 9 – Respostas fisiológicas de suínos frente ao *stress* térmico ambiental.  
Fonte: HOGBERG *et al.* (2003) *apud* CORDEIRO (2003).

De acordo com a Figura 9, observa-se que quando a temperatura é inferior a faixa TCI, o animal está passando por um processo de *stress* por frio. Nesse caso ocorre o acionamento dos mecanismos de termorregulação, que tem a finalidade de aumentar a produção de calor e reduzir a perda para o ambiente (BAÊTA e SOUZA, 2010).

Ainda de acordo com os mesmos autores, quando a temperatura ambiente atinge um valor muito baixo, ocorre um desequilíbrio no animal, e os mecanismos termorregulatórios não são suficientes para manter a temperatura corporal adequada. Assim, se o quadro não for subvertido, haverá a morte do animal por hipotermia.

Em uma situação análoga, quando a temperatura ultrapassa o limite da TCS, o animal ativa seus mecanismos fisiológicos de regulação térmica, com a finalidade de aumentar a dissipação de calor para o meio. Caso os níveis de temperatura do ambiente continuem aumentando os mecanismos do animal tendem a ser ineficientes, permitindo o aumento da temperatura corporal e, conseqüentemente, à situação extrema de morte por hipertermia (BAÊTA e SOUZA, 2010).

Em relação aos suínos percebe-se que há uma dificuldade de adaptação às variações térmicas ambientais, com isso esses animais possuem faixas de temperatura específicas para as fases de crescimento (SOBESTIANSKY *et al.*, 1987). Conforme pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2 – Temperatura de conforto para diferentes categorias de suínos

Categoria	Temperatura de Conforto (°C)	Temperatura crítica inferior (°C)	Temperatura crítica superior (°C)
Recém-nascidos	32 - 34	-	-
Leitões até a desmama	29 - 31	21	36
Leitões desmamados	22 – 26	17	27
Leitões em crescimento	18 – 20	15	26
Suínos em terminação	12 – 21	12	26
Fêmeas gestantes	16 – 19	10	24
Fêmeas em lactação	12 – 16	7	23
Fêmeas vazias e machos	17 – 21	10	25

Fonte: PERDORMO *et al.* (1985).

De acordo com Silva (1999) *apud* Campos (2009), a temperatura ideal para o desenvolvimento de suínos também varia de acordo com a fase de crescimento do animal, sendo possível observar essas variações na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores recomendados de temperatura e umidade relativa do ar para suínos de acordo com as fases de desenvolvimento

Categoria	Temperatura ideal (°C)		Temperatura crítica (°C)		Umidade relativa do ar (%)
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Ótima
Matrizes	18	12	30	0	50-70
Leitões até 4 semanas	32	21	35	10	70
5 a 8 semanas	22	20	30	8	50 - 70
20 – 30 kg	20	18	27	8	50 - 70
30 – 60kg	18	16	27	5	50 - 70
60 – 100 kg	18	12	27	5	50 - 70

Fonte: SILVA (1999) *apud* CAMPOS (2009).

Para Sampaio *et al.* (2004), outros fatores também devem ser levados em consideração para a determinação do conforto ambiental em suínos, dessa forma deve-se considerar também a umidade relativa do ar. Conforme observa-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Temperaturas e umidades relativas ótimas e críticas para suínos

Suínos	Temperaturas ótimas (°C)		Críticas (°C)		Umidades relativas (%)	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Ótimas	Críticas
20 – 35 kg	20	18	27	8	70	<40 e >90
35 – 60 kg	18	16	27	5		
60 – 100 kg	18	12	27	4		

Fonte: LEAL e NAÁS (1992) *apud* SAMPAIO *et al.* (2004).

Sampaio *et al.* (2004) em sua pesquisa, destacam que em áreas não sombreadas os índices de conforto para suínos não é adequado, tanto relacionado às condições de temperatura quanto relacionado as condições de umidade relativa do ar.

Manno *et al.* (2005) destaca a importância também da verificação da temperatura corporal superficial do suíno, para identificar a situação de conforto térmico do mesmo. Em seu estudo, para um ambiente em uma situação de conforto térmico os autores identificaram os valores médios da temperatura corporal superficial para nuca, paleta e pernil, conforme pode-se observar na Tabela 5.

Tabela 5 - Temperatura corporal superficial de nuca, paleta e pernil para suínos em ambiente de conforto térmico

Suínos	Temperatura de nuca (°C)	Temperatura de paleta (°C)	Temperatura de pernil (°C)
15 – 30 kg	36,40	36,20	35,90

Fonte: MANNO *et al.* (2005).

## 2.8 Instalações rurais voltadas para a suinocultura

De acordo com Carvalho (2009), existem alguns tipos de sistemas de criação, podendo ser extensivo, semiextensivo ou intensivo.

- a) Extensivo: nesse sistema os animais desenvolvem-se sem a utilização de instalações específicas, ou seja, permanecem soltos. Nesse caso, não há práticas de higiene e a alimentação é feita de maneira simplificada.
- b) Semi-intensivo: há um certo controle de alimentação de higiene, sendo possível observar as instalações divididas em piquetes e gramados, assim como algumas construções destinadas às fêmeas no período de gestação e amamentação.

- c) Intensivo: os animais são mantidos em confinamento, sendo possível observar práticas de higiene nas instalações. Há também o controle alimentar, considerando o fornecimento de ração balanceada. Nesse sistema é possível a instalação de equipamentos de controle de ventilação, temperatura e da umidade do ar.

De acordo com Souza (1997), a busca pela eficiência na criação de suínos, assim como a necessidade de controle de doenças fez com que o manejo adotado seja o de confinamento total. Dessa forma, as instalações devem se adequar às necessidades de equipamentos que são utilizados para o manejo da produção.

Para Carvalho (2009), as instalações devem ser dimensionadas de modo que sua disposição seja racional, assim a implantação deve ter alguns aspectos específicos. Nesse sentido, recomenda-se que as instalações sejam próximas a centros de consumo, tenha disponibilidade de insumos, energia elétrica, água, assim como condições adequadas de temperatura, ou dispor de equipamentos de climatização necessários.

Para Souza (1997), a criação de suínos deve contemplar algumas instalações básicas nos moldes do sistema utilizado, em princípio a construção de uma granja deve ser projetada para possibilitar um ambiente higiênico e funcional, tendo:

- a) Pré-cobrição e cobrição;
- b) Gestação;
- c) Maternidade;
- d) Creche;
- e) Crescimento e acabamento;
- f) Baias de reposição;
- g) Silos;
- h) Quarentenário;
- i) Escritório, controle e desinfecção do pessoal;
- j) Armazém, fábrica de ração e silos;
- k) Plataforma de desinfecção;
- l) Banheiro pré-natal.

Além das instalações adequadas, Souza (1997) cita que uma empresa para criação de suínos ainda deve contemplar alguns equipamentos, como:

- a) Balança;
- b) Veículos (tração manual, animal ou motriz);

- c) Comedouros mecânicos ou automáticos;
- d) Máquinas para preparo de alimentos;
- e) Equipamento de escritório;
- f) Bebedouro;
- g) Gaiolas de parição;
- h) Equipamentos para aquecimento de leitões;
- i) Instrumental de uso veterinário;
- j) Pulverizadores;
- k) Equipamentos de limpeza.

Em relação às edificações Carvalho (2009) destaca que o tipo de construção deve ser definido de acordo com as condições ambientais da região, baseando-se em algumas características como a temperatura, a umidade do ar e a intensidade do vento. Considerando isso, as instalações de criação tendem a atender aos quesitos de conforto térmico e proteger os suínos dos efeitos adversos do clima.

Conforme o Informativo Técnico 192 (SOS SUÍNOS, 2010), houve uma grande preocupação dos produtores em aprimorar o processo produtivo em função da qualidade da genética, alimentação e custos de produção, que se esqueceu de observar o conforto ambiental dos animais. Com isso, erros tem sido cometidos na construção de novas unidade de criação, como granjas extremamente fechadas, paredes muito altas, pé direito muito baixos, coberturas de amianto, ou alumínio, com ventilação insuficiente, e as vezes o plantio de cercas vivas muito próximas dos barracões.

A EMBRAPA (2018) ressalta que as instalações devem ser localizadas de modo que permitam a ventilação natural, assim, quando for construído mais de uma pocilga, deve-se prever um afastamento entre as edificações. O afastamento entre as duas primeiras edificações deve ser de dez vezes a altura da instalação, a partir daí o afastamento deverá ser de 20 a 25 vezes a altura, conforme pode-se observar na Figura 10.

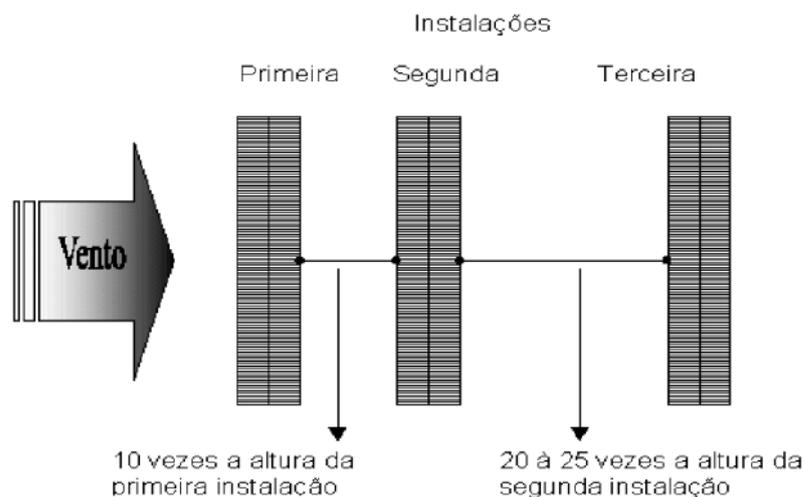


Figura 10 – Distância entre as edificações para produção de suínos.  
Fonte: CARVALHO (2009).

A posição dos galpões também deverá ser verificada, a sugestão é de que o eixo longitudinal da edificação seja posicionado na direção leste-oeste, considerando o norte verdadeiro. Dessa forma, nos horários mais quentes a posição do sol favorecerá a redução da carga térmica na edificação (CARVALHO, 2009). Conforme observa-se na Figura 11.

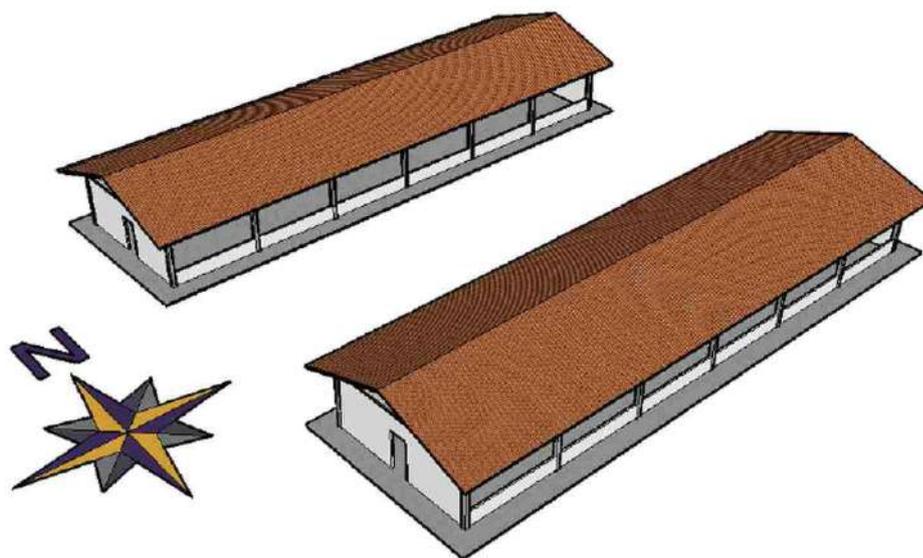


Figura 11 – Orientação geográfica para o posicionamento das pocilgas.  
Fonte: CARVALHO (2009).

De acordo com o Informativo Técnico 192 (SOS SUÍNOS, 2010), existem algumas recomendações para a construção de barracões, que buscam amenizar o *stress* térmico de suínos, como:

- Manter cercas de isolamento (eucaliptos, cerca viva, sanção, entre outros) à

pelo menos 70 metros de distância dos barracões;

- Construções bem arejadas, com pé direito de pelo menos 3,5 metros. Cobertura de telha de barro ou telhas de papel betuminado;
- Paredes o mais baixo possível e usar grades de ferro, cano, arame, ou paredes vazadas para melhorar a ventilação;
- Usar barracões com beiral mais largos de 0,80 a 1 metro;
- Em barracões com mais de 8 metros de largura usar lanternins ou ventiladores eólicos, para melhorar a troca de ar do ambiente (saída do ar quente próximo do teto);
- Molhar diversas vezes ao dia os corredores, paredes internas dos barracões;
- Manter gramado o espaço entre os barracões, para evitar a refração dos raios solares para dentro do barracão, causando queimaduras nos animais mesmo na sombra;
- Evitar pinturas de paredes dos barracões (interno e externo) de branco, que refletem muita luminosidade, podendo ser usadas cores neutras, como bege, marrom claro ou creme.

Carvalho (2009) ainda ressalta que por mais que seja respeitada a posição da edificação indicada anteriormente, ainda haverá incidência solar direta no ambiente interno. Nesse caso, deve-se prever a utilização de dispositivos para evitar a radiação solar direta incidindo sobre os animais.

Os dispositivos que podem auxiliar na manutenção de um ambiente mais confortável para o desenvolvimento dos suínos, incluem a pintura de telhados de cores brancas para refletir melhor os raios solares, a instalação de ventiladores e bicos de nebulizadores no interior dos barracões e aspersores no teto (externamente) para umedecer os telhados e reduzir a temperatura interna nos barracões (SOS SUÍNOS, 2010).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

##### 3.1.1 Caracterização da área experimental

Nessa pesquisa foram utilizadas amostras localizadas na comunidade de São Vicente Chico, no município de Santa Helena – PR. Santa Helena é um município localizado no extremo oeste paranaense (Figura 12), tendo divisa com o Paraguai através do lago de Itaipu. O município possui uma economia variada, incluindo o turismo, porém destaca-se a agropecuária, com ênfase na produção de grãos, criação de aves e suínos (SANTA HELENA, 2018).



Figura 12 – Localização da cidade de Santa Helena no estado do Paraná.

Fonte: SANTA HELENA (2018).

O município localiza-se entre as cidades de Foz do Iguaçu e Guaíra, possuindo uma área de 754,7 km<sup>2</sup>, com altitude de 258 m. As coordenadas geográficas são de latitude -24° 51' 37" e longitude de 54° 19' 58" (SANTA HELENA, 2018).

De acordo com a classificação Köppen e Geiger, o município de Santa Helena apresenta um clima temperado, com uma pluviosidade significativa ao longo do ano, inclusive no mês mais seco, tendo uma média anual de 1635 mm. Em relação a temperatura, considerando um clima temperado e úmido com verão quente (Cfa), a temperatura média é de 20,1 °C (CLIMATE DATA ORG, 2018).

### 3.1.2 Caracterização dos elementos amostrais

Nessa pesquisa foram utilizadas como amostra três propriedades rurais localizadas na comunidade de São Vicente Chico, na cidade de Santa Helena, no Estado do Paraná, com altitude de 246 metros. As propriedades estudadas foram nomeadas como “A”, “B” e “C”, sendo descritas nos itens seguintes. Todas as pocilgas são associadas a mesma cooperativa e alojam suínos da genética *Agroceres PIC* e *Topigs Norsvin*, e a coleta de dados foi realizada em todas no mesmo período que compreendeu o mês de dezembro de 2018.

#### 3.1.2.1 Propriedade “A”

Na propriedade “A” existem duas pocilgas, sendo as duas com estrutura de concreto, alvenaria de bloco cerâmico, partes de elementos em madeira e cobertura com telha cerâmica, conforme observa-se na Figura 13.



Figura 13 – Pocilgas “1A” e “2A”, localizadas na propriedade “A”.

As pocilgas denominadas “1A” e “2A” apresentam estruturas com comprimento de 90 metros, largura de 8 metros e altura de 3,8 metros, distância entre elas de 12,6 metros, tendo como capacidade de alojamento 1100 suínos para a terminação, sendo 550 cabeças para cada pocilga. As pocilgas ainda possuem fechamentos laterais com lonas e sistema de gotejamento, operados de maneira manual. Os sistemas de alimentação e distribuição de água têm funcionamento automático.

Em ambas as pocilgas os suínos estavam, no início da pesquisa, com um

tempo de alojamento de 27 dias. Considerando que segundo a cooperativa responsável pelo alojamento os animais chegam aos produtores com uma idade de 62 a 64 dias, pode-se indicar que a idade total dos animais alojados no início da pesquisa era de 90 dias, com peso entre 30 e 60 kg.

A pocilga "1A" tem baias com dimensões de 5x4 metros, possuindo uma grelha com 80 centímetros de largura no fundo da baia. Em cada baia estavam sendo alojados 18 suínos machos. Essa estrutura possui uma lona como forro de divisória entre a cobertura e o ambiente de alojamento, como pode ser observado na Figura 14.

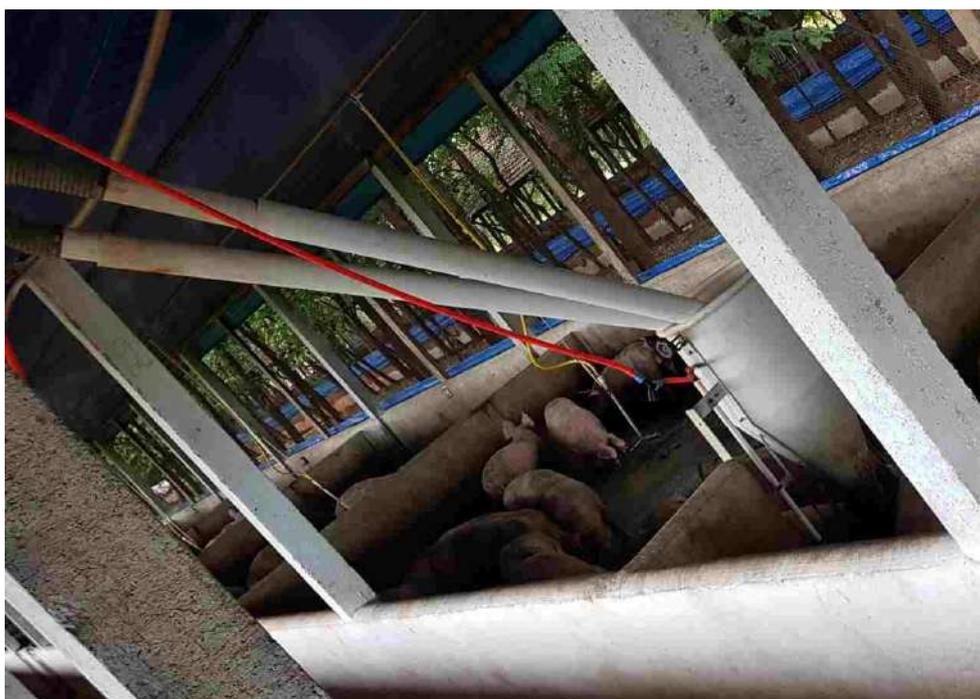


Figura 14 - Vista interna da pocilga "1A".

A pocilga "2A" tem baias com dimensões de 4x3,5 metros, possuindo uma grelha com 90 centímetros de largura no fundo da baia. Em cada baia estavam sendo alojados 12 suínos fêmeas. Essa estrutura não possui uma lona como forro de divisória entre a cobertura e o ambiente de alojamento, como pode ser observado na Figura 15.



Figura 15 - Vista interna da pocilga "2A".

### 3.1.2.2 Propriedade "B"

Na propriedade "B" há três pocilgas construídas, sendo duas delas com estrutura de concreto, alvenaria em bloco cerâmico e partes de elementos em madeira, possuindo as dimensões de 50 metros de comprimento, 8,5 metros de largura e 3,8 metros de altura, separadas por uma distância de 6 metros, alojando um total de 525 cabeças (212 cada), conforme observa-se na Figura 16.



Figura 16 - Pocilgas "1B" e "2B"

As pocilgas "1B" e "2B" tem fechamento lateral com lonas e sistema de gotejamento, operados manualmente. A alimentação e a disponibilidade de água ocorrem de forma automatizada. Ambas as estruturas são cobertas por telhas cerâmicas e não possuem lona divisório entre a cobertura e as baias, como pode-se

observar na Figura 17.



Figura 17 - Vista interna da pocilga "2B".

As pocilgas “1B” e “2B” possuem baias de 4x3,4 metros, sendo que em 1 metro no fundo da baia há grelha para escoamento das fezes e urinas dos animais. Ambas as pocilgas estavam alojadas com 15 suínos por baia, sendo que para a pocilga “1B” eram fêmeas e para a pocilga “2B” eram machos.

Na mesma propriedade há outra pocilga, construída recentemente, com capacidade para alojar 1380 suínos, dispostos em uma estrutura de concreto pré-moldado e elementos de alvenaria com blocos cerâmicos. A pocilga possui um comprimento de 135 metros, largura de 10,5 metros e altura de 4,5 metros, conforme pode-se observar na Figura 18.



Figura 18 - Pocilga 3B.

A pocilga 3B possui cobertura com telha de fibrocimento, sendo ainda diferenciada das demais por possuir o piso das baias de alojamento totalmente com grelhas para a eliminação dos dejetos, com a utilização de pedra ardósia. A estrutura possui fechamento lateral com lonas e sistema de gotejamento manual, alimentação e fornecimento de água automáticos.

Ainda se observou que na pocilga “3B” as baias possuem dimensões de 4,10x4,50 metros, sendo alojados 20 suínos por baia. Dentro da pocilga há fêmeas e machos, porém separados em baias diferentes. As baias possuem grelha em 100% da sua área para permitir o escoamento do esterco e urina dos animais, como pode-se observar na Figura 19.



Figura 19 - Vista interna da pocilga "3B".

Na propriedade “B” as três pocilgas estavam alojadas com suínos de idade igual a 150 dias, com peso entre 100 a 120 kg.

### 3.1.2.3 Propriedade “C”

Na propriedade “C” há construída uma pocilga, denominada “1C”, tendo capacidade para alojar 620 cabeças de suínos, com estrutura de concreto armado convencional, fechamento de alvenaria com blocos cerâmicos e elementos de madeira, com dimensões de 90 metros de comprimento, 8,5 metros de largura e 3,8 metros de altura, conforme observa-se na Figura 20.

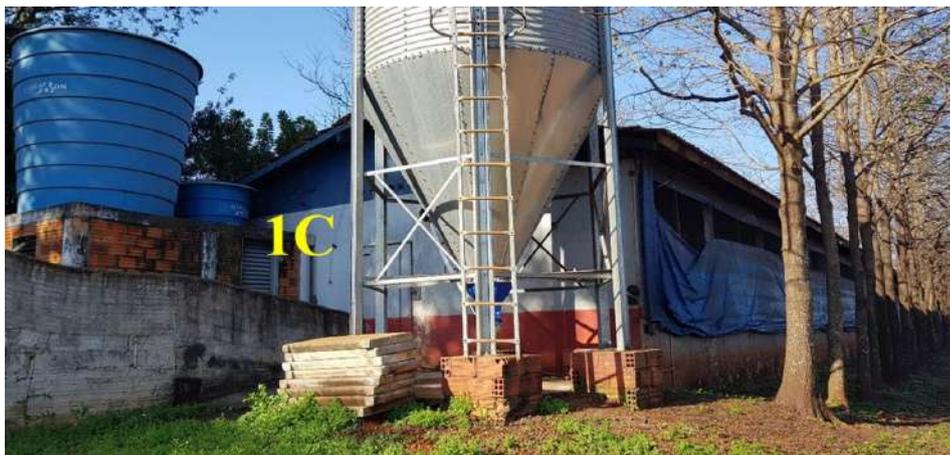


Figura 20 - Pocilga "C1".

A estrutura possui fechamento lateral com lonas, sendo seu acionamento manual, da mesma forma que o sistema de gotejamento. O sistema de alimentação e fornecimento de água para os suínos é feito de maneira automática.

As baias possuem dimensões de 3,4x3,4 metros, sendo alojados 11 suínos machos por baia, como pode-se observar na Figura 21. Nessa pocilga há lona de separação entre a cobertura e o ambiente de criação dos suínos. Os suínos no início da pesquisa estavam com um total aproximado de 140 dias de vida com peso entre 90 e 110 kg.



Figura 21 - Vista interna da pocilga "1C".

### 3.1.3 Caracterização do termovisor utilizado para medição da temperatura dos suínos

Para a coleta dos dados da temperatura superficial dos suínos foi utilizado o termovisor Irisys IRI 4030 (Figura 22). Esse equipamento possui display LCD (*Liquid Crystal Display*) com iluminação LED (*Light Emitting Diode*), além de possibilitar o

armazenamento de imagens através de cartões MMC (*Multi Media Card*) e SD (*Secure Digital*), permitindo a análise posterior dos dados (IRISYS, 2005).



Figura 22 - Termovisor Irisys IRI 4030 (vista frontal/vista posterior).

Ainda segundo IRISYS (2005), o equipamento possui amplitude de medição de  $-10^{\circ}\text{C}$  até  $250^{\circ}\text{C}$ , possibilitando assim ao pesquisador uma amplitude relativamente grande para coleta de dados. As demais especificações técnicas do equipamento podem ser observadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Especificações técnicas do termovisor Irisys IRI 4030

Item	Especificação
Precisão da medição de temperatura	$\pm 2^{\circ}\text{C}$ ou 2% para teste realizado com temperatura de $25^{\circ}\text{C}$
Frequência de captura de imagem	8 Hz
Tipo de detector	Cerâmica piroelétrica não arrefecida
Sensibilidade térmica	$\leq 250\text{ mK}$
Banda espectral infravermelha	$6.5\ \mu\text{m}$ a $14\ \mu\text{m}$
Câmera visual	11025 pixels
Temperatura de operação	$-5^{\circ}\text{C}$ a $+45^{\circ}\text{C}$
Umidade relativa	10 % a 90 % sem condensação
Altitude de operação	2000 metros
Ciclo de calibração recomendado	2 anos

Fonte: IRISYS (2005).

### 3.1.4 Caracterização do termo-higrômetro utilizado para medição da temperatura e umidade relativa no interior das pocilgas

De acordo com Maino (2018), pode-se utilizar um termo-higrômetro para medição da temperatura e umidade relativa interna e externa dos ambientes. Nessa pesquisa foi utilizado o termo-higrômetro digital *Internas Pyromed PY766* (Figura 23) da marca *Pyromed*, que possibilita o aferimento da umidade relativa do ar na faixa de 15% a 95%, assim como da temperatura de  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ .



Figura 23 - Termo-higrômetro digital *Internas Pyromed PY766*.

O equipamento que foi utilizado possui as especificações técnicas conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Especificações técnicas do Termo-higrômetro digital *Internas Pyromed PY766*

Item	Especificação
Taxa de medição	1,5 vezes por segundo
Higrômetro	
Resolução	1% UR
Exatidão	$\pm 5\%$ UR
Termômetro	
Resolução	$0,1^{\circ}\text{C} / ^{\circ}\text{F}$
Exatidão	$\pm 1^{\circ}\text{C} / ^{\circ}\text{F}$

Fonte: PYROMED (2018).

## 3.2 Métodos

A metodologia aplicada nessa pesquisa refere-se a uma adaptação do trabalho de Maino (2018), sendo realizadas as modificações de acordo com a especificidade mostrada pelo tema, ou seja, o manejo na produção de suínos.

### 3.2.1 Método de medição da temperatura e da umidade relativa do ar interna e externa do ambiente e a temperatura superficial dos suínos nas pocilgas

A coleta de dados foi realizada nas instalações das propriedades utilizadas para essa pesquisa, sendo feitas a partir da instalação dos termo-higrômetros e da utilização do termovisor.

Para a coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente interno das pocilgas, foram instalados os termo-higrômetros digitais *Internas Pyromed PY766*, no interior das estruturas de todas as pocilgas utilizadas no estudo, como pode ser observado na Figura 24.



Figura 24 - Exemplo da instalação dos termo-higrômetros digitais nas pocilgas.

Para o registro dos dados do ambiente externo, foi instalado um termo-higrômetro em uma área aberta de uma das propriedades, como pode-se observar na Figura 25. Como todas as propriedades são localizadas em uma região próxima, foram utilizados esses dados para a comparação com todas as pocilgas analisadas.



Figura 25 - Termo-higrômetro instalado na área externa de uma das propriedades.

Foi disponibilizado para os produtores uma planilha para o registro dos dados, conforme o modelo que pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8 - Modelo de tabela para o registro dos dados de temperatura e umidade relativa do ar.

Amostra:			
Período de coleta		Temperatura (°C)	Umidade relativa do ar (%)
Data	Manhã - 09:00		
	Tarde - 15:00		
	Noite - 19:00		
Data	Manhã - 09:00		
	Tarde - 15:00		
	Noite - 19:00		

A coleta dos dados relativos à temperatura superficial dos suínos foi realizada nos mesmos horários da coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar, pelo operador localizado na parte interna da pocilga, munido do termovisor. O operador selecionou aleatoriamente os animais, direcionando o sensor do aparelho e registrando as informações. Após a coleta dos dados, foi utilizado o *software Irisys*

4000 *Series Imager*, para a identificação das temperaturas superficiais de maior relevância presentes no suíno. Nesse caso foram verificadas as temperaturas de nuca, paleta e pernil, seguindo a aplicação da metodologia desenvolvida por Manno *et al.*, (2005).

Foram realizadas as medições das informações em três períodos do dia, manhã às 09:00 horas, tarde as 15:00 horas e noite às 19:00 horas, durante 21 dias. A coleta de dados relativos a temperatura e umidade relativa do ar do ambiente interno e externo e a temperatura corporal superficial dos suínos teve início no dia 10/12/2018 e foi finalizada no dia 30/12/2018.

### **3.3 Análise dos dados**

#### **3.3.1 Avaliação do conforto térmico dos suínos em função das condições do ambiente**

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar interna e externa das pocilgas foram tabulados através do *software Excel* e sendo elaboradas tabelas e figuras que possibilitaram demonstrar como varia o conforto térmico no interior da instalação de produção de suínos de corte ao longo do processo de produção. As imagens térmicas coletadas por meio do termovisor foram processadas pelo *software Irisys 4000 Series Imager*, para que as temperaturas superficiais dos suínos fossem analisadas, a fim de determinar se durante o desenvolvimento dos animais os mesmos se encontram dentro da zona de conforto térmico recomendado para a melhor conversão alimentar. Sendo assim, foi realizada a verificação do *stress* térmico dos animais.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação dos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar na área externa às pocilgas

Os valores das temperaturas (°C) e da umidade relativa do ar (%), que foram observados durante a pesquisa foram divididos conforme o horário de coleta e apresentados em forma de gráfico mostrando as variações ao longo dos 21 (vinte um) dias de coleta de dados. No gráfico da Figura 26, pode-se observar os dados de temperatura (°C) e de umidade relativa do ar (%) para o horário de coletas da 09:00 horas.

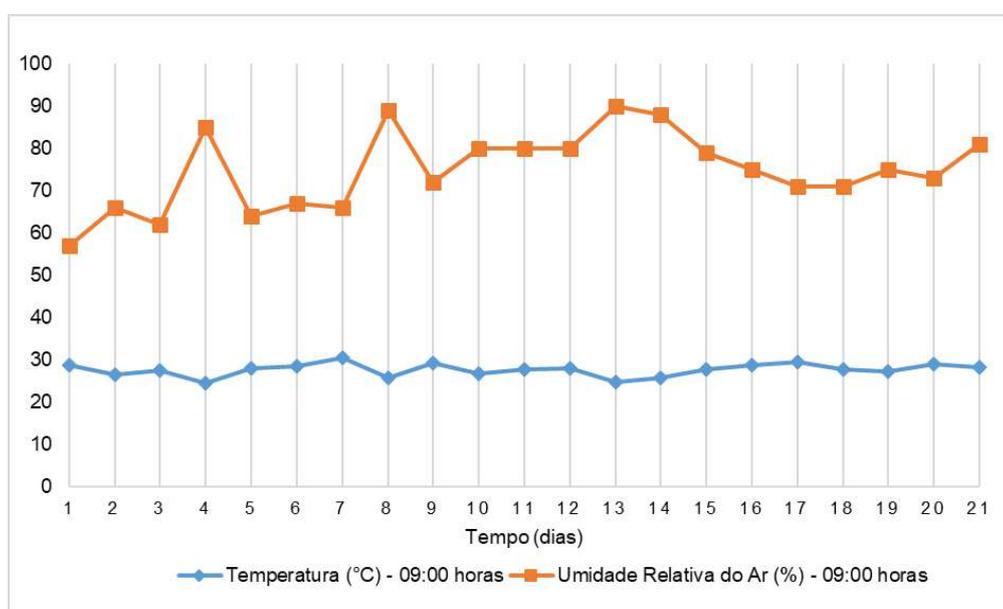


Figura 26 - Temperatura e umidade relativa do ar da área externa das pocilgas às 09:00 horas.

Verificou-se que em relação à temperatura externa medida durante o período, para esse horário (09:00) de coleta o valor médio obtido foi de 27,7°C, com um desvio padrão de 1,54°C e um coeficiente de variação de 5,58%. Ao passo que em relação a umidade relativa do ar externa, observou-se um valor médio de 75%, com desvio padrão de 9,22% e coeficiente de variação de 12,33%.

Foram observados ainda, os valores da temperatura e umidade relativa do ar para o horário das 15:00 horas, sendo os valores apresentados no gráfico da Figura 27.

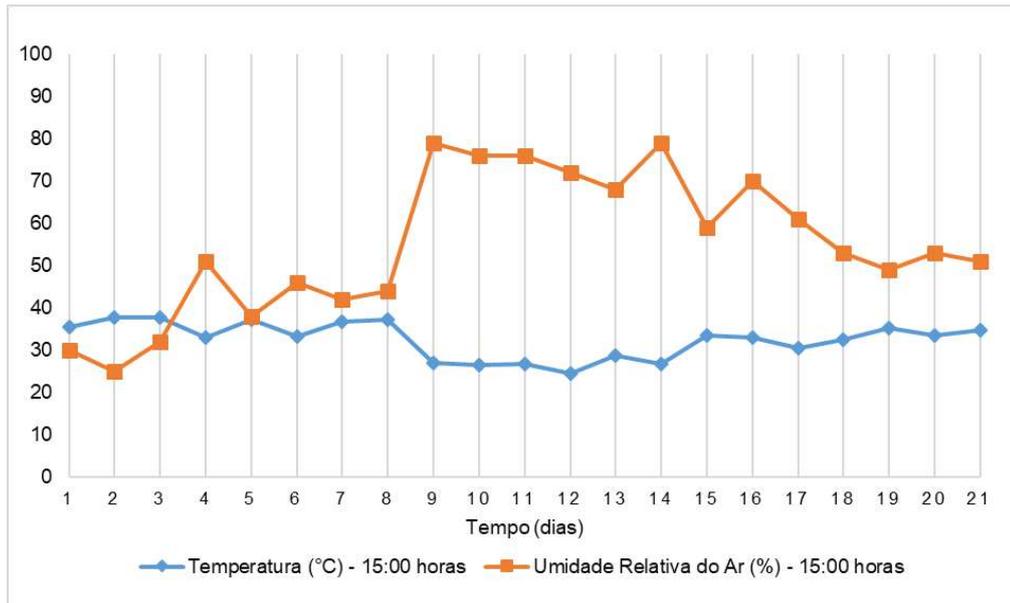


Figura 27 - Temperatura e umidade relativa do ar da área externa das pocilgas às 15:00 horas.

No horário de coleta das 15:00 horas, a temperatura média externa observada foi de 32,5°C, com um desvio padrão de 4,24°C e um coeficiente de variação de 13,06%, enquanto que a umidade relativa do ar externa manteve um valor médio de 55%, com um desvio padrão de 16,67% e um coeficiente de variação de 30,34%.

Observou-se também os valores da temperatura externa e da umidade relativa do ar no horário das 19:00, sendo os dados apresentados no gráfico da Figura 28.

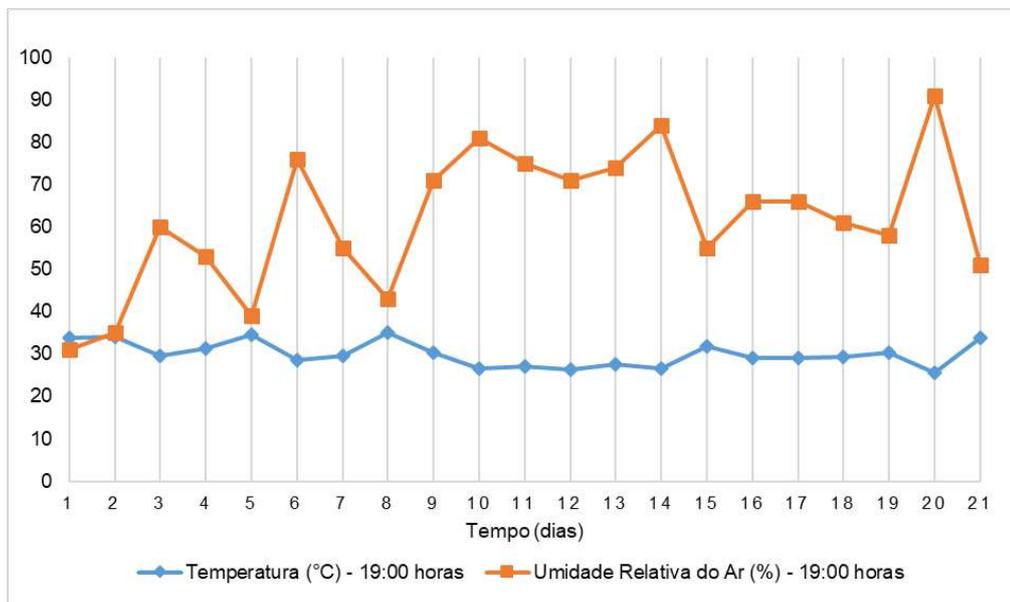


Figura 28 - Temperatura da área externa das pocilgas às 19:00 horas.

No horário da coleta de dados das 19:00, verificou-se que a temperatura média externa foi de 30°C, com um desvio padrão de 2,98°C e um coeficiente de variação de 9,92%, enquanto que a umidade relativa do ar externa teve um valor médio de 62%, com um desvio padrão de 16,26% e um desvio padrão de 26,35%.

Com a observação desses resultados pode-se inferir que as maiores variações térmicas e de umidade relativa do ar no ambiente externo ocorreram no período vespertino e noturno o que pode ser confirmado pela análise dos desvios padrões e coeficientes de variação observados na Tabela 9.

Tabela 9 - Variação da temperatura e umidade relativa do ar externas

Período de coleta	Temperatura média (°C)	Desvio padrão (°C)	Coeficiente de variação (%)	Umidade relativa média (%)	Desvio padrão (%)	Coeficiente de variação (%)
Manhã – 09:00	27,7	1,54	5,58	75	9,22	12,33
Tarde – 15:00	32,5	4,24	13,06	55	16,67	30,34
Noite – 19:00	30,0	2,98	9,92	62	16,26	26,35

Esse aspecto de variação é defendido por Rocha e Fialho (2010), definindo um padrão mais variável de temperatura no período da tarde e da noite, sendo que no período matutino a tendência é de que a temperatura siga uma trajetória crescente.

## 4.2 Avaliação dos parâmetros de conforto térmico nas pocilgas

### 4.2.1 Avaliação dos parâmetros de conforto térmico nas pocilgas da propriedade “A”

A propriedade “A”, conforme a descrição feita anteriormente possui duas pocilgas construídas próximas uma da outra, os equipamentos instalados em cada uma delas possibilitaram a leitura da temperatura e da umidade relativa do ar no ambiente da área interna nos horários pré-definidos ao longo dos 21 (vinte um) dias de coleta.

#### 4.2.1.1 Pocilga “1A”

Observando inicialmente os resultados para a estrutura nominada “1A”, tem-se os valores de temperatura interna no gráfico da Figura 29, comparando-os com os

valores da temperatura externa para o horário das 09:00.

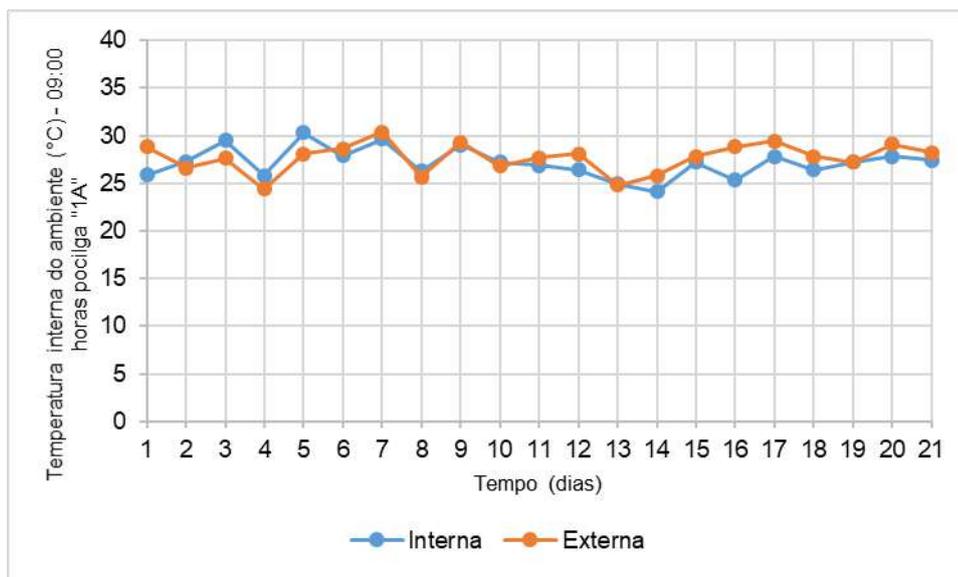


Figura 29 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga "1A".

Na pocilga "1A" observou-se que no primeiro horário de coleta a temperatura média verificada foi de 27,2°C, com desvio padrão de 1,57°C e coeficiente de variação de 5,79%. Percebe-se através da análise do gráfico que a temperatura interna se manteve inferior a temperatura externa por 13 dias (62%) do período de coleta de dados.

Comparando-se o valor médio da temperatura externa com o valor médio da temperatura interna nessa pocilga, observa-se que há uma redução da temperatura de 0,5°C, considerando a maior diferença entre os ambientes durante os dias de monitoramento, verificou-se uma redução máxima da temperatura em 3,5°C no ambiente interno da pocilga.

Quando os parâmetros de 12°C a 21°C (PERDORMO *et al.*, 1985) da Tabela 2, para suínos em terminação, esse ambiente não oferece o conforto térmico adequado aos suínos alojados. Da mesma maneira, comparando-se os dados de temperatura crítica inferior (12°C) e temperatura crítica superior (26°C), percebe-se que os animais estão sujeitos ao *stress* térmico.

Em consonância, aplicando-se os parâmetros de 16°C a 18°C (LEAL e NÃÃS, 1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004 e SILVA, 1999 *apud* CAMPOS, 2009), das Tabelas 3 e 4, também pode-se considerar que o ambiente gera um desconforto térmico aos suínos, mesmo quando comparados os valores de limites críticos de 5°C e 27°C. Nesse caso de *stress* térmico conforme destaca Kerr *et al.* (2003), ocorre uma perda

de eficiência energética do animal, em função da utilização de mecanismos de termorregulação.

O desempenho da estrutura em relação a umidade relativa do ar pode ser observado no gráfico da Figura 30.

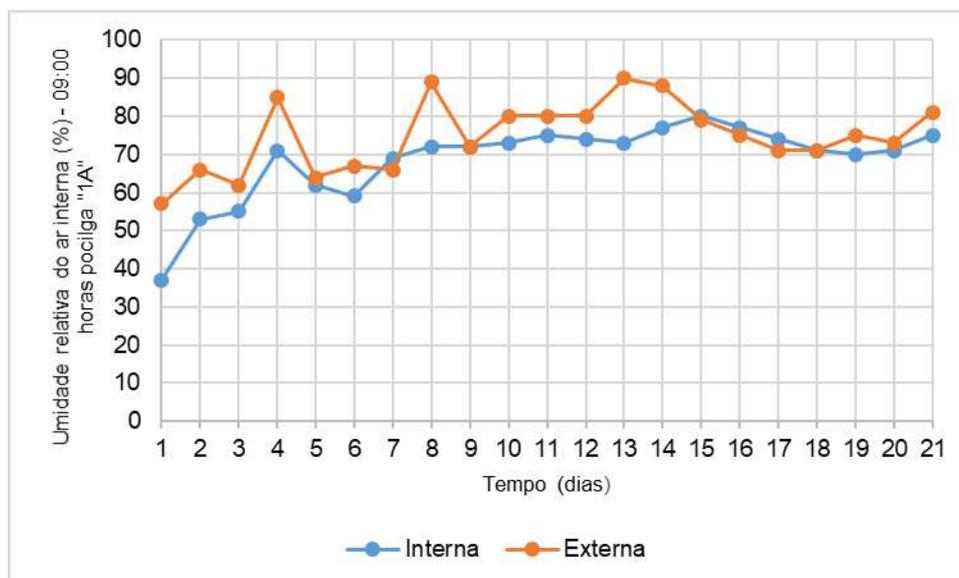


Figura 30 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "1A".

Considerando também a variação da umidade relativa do ar, observou-se que a umidade relativa do ar na área interna manteve-se inferior a externa em 71% dos dias de coleta. Constatou-se que o valor médio da umidade relativa do ar foi de 69%, tendo como desvio padrão o valor de 10,14%, com um coeficiente de variação de 14,78%.

Importa destacar que conforme a recomendação de Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), a umidade relativa do ar ótima para o manejo dos animais é de 70%, dessa forma verifica-se que se o valor médio da umidade relativa for considerado, esse, encontra-se muito próximo do recomendado pelo autor e distante dos valores críticos. Verificou-se ainda que em um dia a umidade relativa do ar tornou-se crítica com o valor de 37%. Considerando os dados de Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), a umidade relativa do ar média está dentro dos valores considerados como ótimos.

Com a utilização do equipamento termovisor, pode-se verificar as temperaturas corporais dos suínos nesse horário, podendo-se observar os algumas das imagens térmicas capturadas na Figura 31.

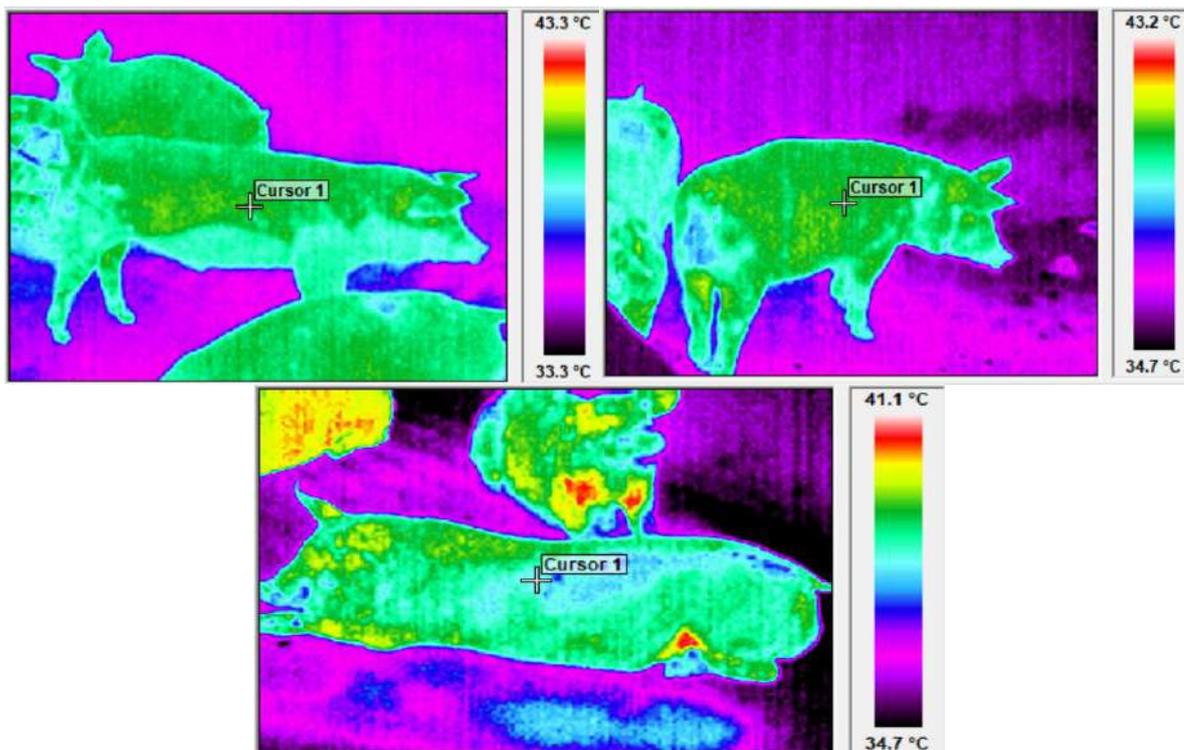


Figura 31 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1A" – 09:00 horas.

Após a observação das termografias obtidas no horário das 09:00 para a pocilga "1A", verifica-se que os valores médios das temperaturas de nuca, paleta e pernil são, respectivamente, de 39,5°C, 39,2°C e 39,2°. Esses valores quando comparados com os limites verificados por Manno *et al.* (2005), que são, respectivamente, 36,4°C, 36,2°C e 35,9°C para animais com alimentação a vontade em conforto térmico, demonstram que os suínos se encontram em *stress* térmico.

Em relação aos dados coletados para o período das 15:00, pode-se observar as diferenças em a temperatura interna e externa no gráfico da Figura 32.

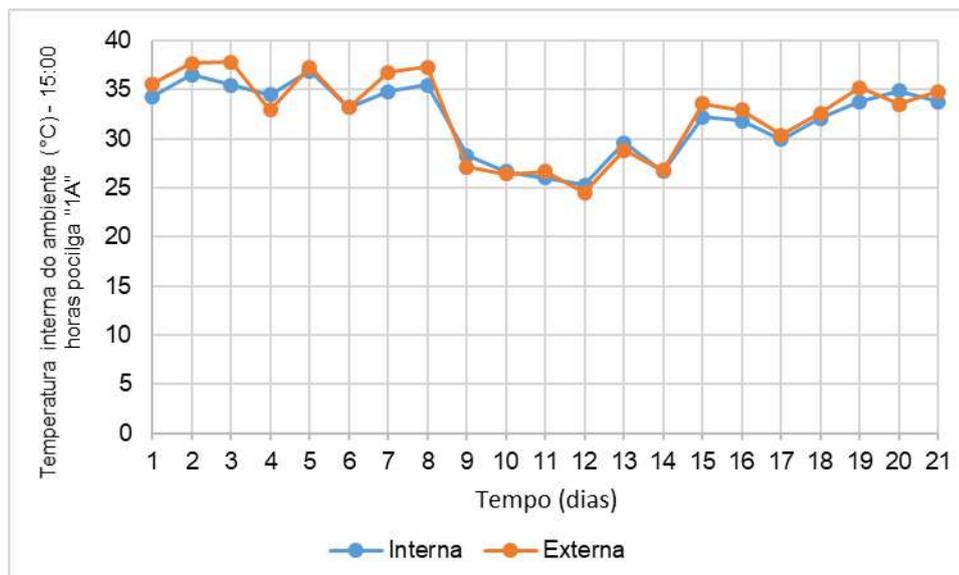


Figura 32 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "1A".

Nesse período observado percebe-se que no horário das 15:00, o horário mais crítico do dia, em comparação com os demais verificados, a temperatura interna permaneceu constantemente muito próxima da temperatura externa, demonstrando que a estrutura foi pouco eficaz em relação ao desempenho térmico. Porém, em 67% dos dias de observação de dados a temperatura externa manteve-se superior a temperatura interna do ambiente.

A verificação da temperatura média interna resultou em 32,0°C, com desvio padrão de 3,64°C e coeficiente de variação de 11,38%, o que demonstra uma maior variabilidade das temperaturas diárias em comparação com aquelas verificadas no período da manhã. Comparando com o valor médio da temperatura externa obteve-se uma redução da temperatura interna pouco significativa (0,5°C) em relação a temperatura externa, tendo como valor máximo de redução 2°C para o terceiro dia de observação.

Nesse horário ficou mais evidente a manifestação dos *stress* térmico ao animal, pois conforme as indicações de Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nãas (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) esses valores de temperatura excedem os valores de conforto, assim como os limites críticos de termorregulação dos suínos. Assim, os suínos nesse período reduzem a alimentação e a hidratação, além disso acionam os mecanismos de regulação da temperatura interna do corpo, fazendo com que seu desempenho de ganho de peso seja afetado (COLLIN *et al.*, 2001).

Considerando-se ainda a umidade relativa do ar, pode-se verificar que os valores tendem a ser mais variáveis, pois há a utilização de gotejamento, o que altera esse fator. Os dados da umidade relativa do ar interna em comparação com os valores coletados da área externa podem ser observados no gráfico da Figura 33.

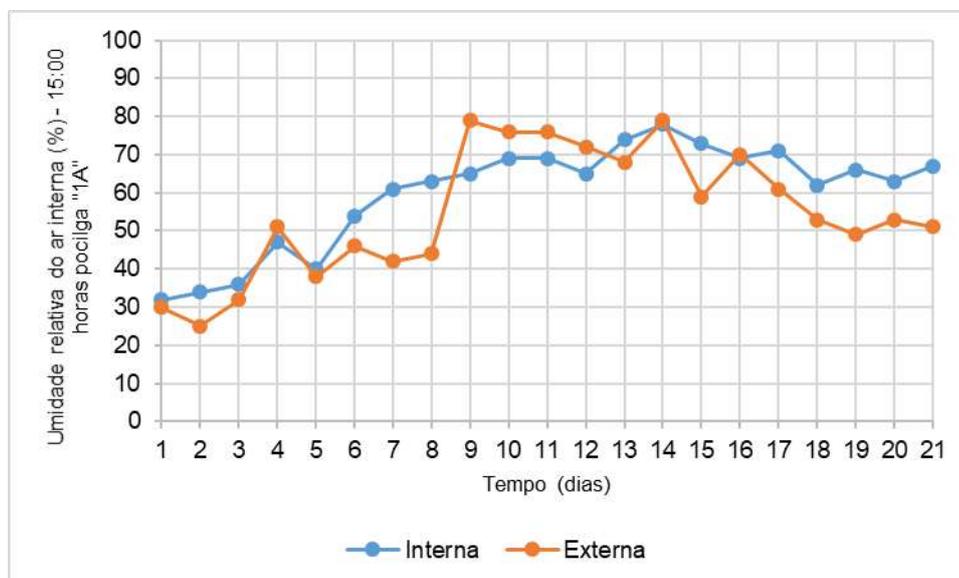


Figura 33 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga "1A".

O valor da umidade relativa do ar nesse período de coleta resultou em um valor médio de 60%, com um desvio padrão de 13,88% e coeficiente de variação de 23,17%, o que demonstra uma grande variabilidade nos valores coletados. Outrossim, verificou-se que o valor médio da umidade se encontra inferior a umidade relativa ótima definida por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), que é de 70%, e dentro do limite de umidade ótima definido por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Verificou-se ainda que em três dias ultrapassou o limite crítico recomendado por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) que é de 40%.

Quando se analisa as termografias coletadas nesse período (Figura 34), verifica-se que os valores de referência defendidos por Manno *et al.*, (2005), para a temperatura corporal superficial dos suínos são ultrapassados, gerando assim aos animais um ambiente desfavorável.

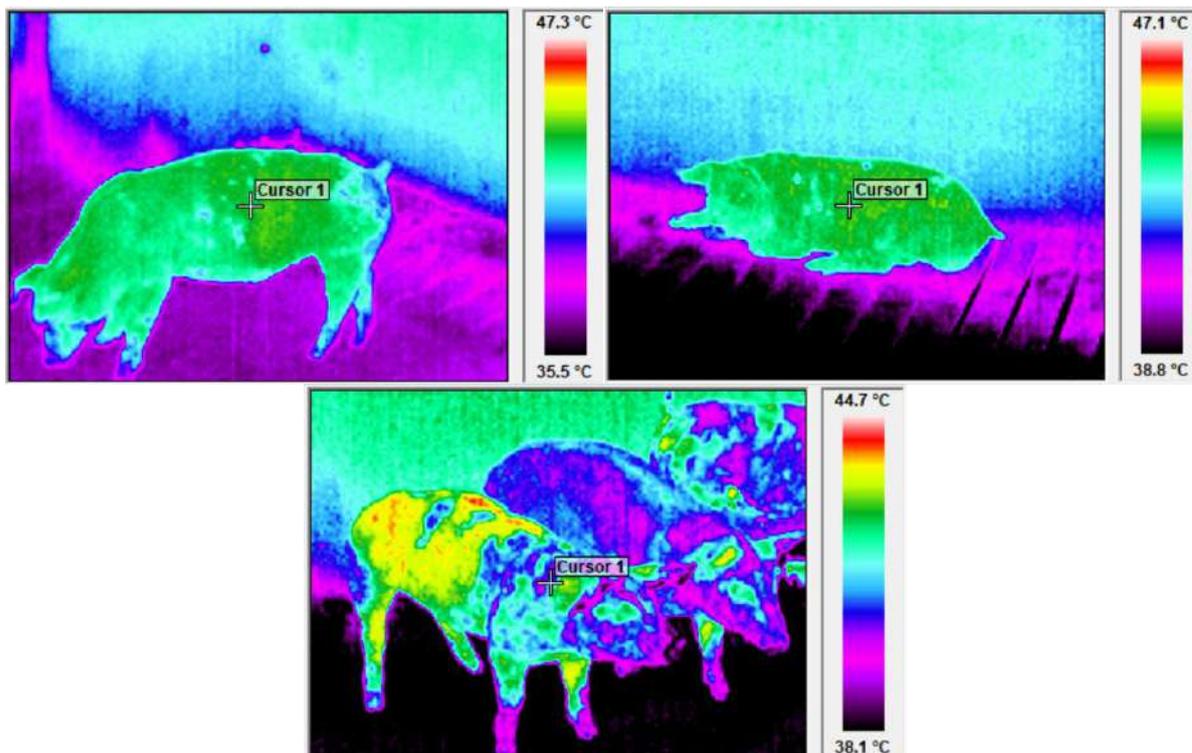


Figura 34 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1A" – 15:00 horas

Com a análise das termografias observa-se que as temperaturas de nuca, paleta e pernil tem valores médios de 42,9°C, 43,1°C e 43,6°C o que infere valores superiores aos encontrados por Manno *et al.* (2005), demonstrando o stress térmico dos suínos. Observa-se ainda que em determinados pontos a temperatura corporal superficial tem uma redução e atinge os valores de conforto para os suínos, isso acontece com o acionamento do sistema de gotejo, situação essa que faz com que a superfície do corpo dos animais fique umedecida, favorecendo a redução da temperatura corporal superficial em pontos localizados. Assim como destaca Kerr *et al.* (2003), nesse tipo de cenário o animal reduz seu ritmo de alimentação, o que reduz a deposição de proteína, ou seja, o animal deixa de alimentar-se e em consequência disso passa a ganhar menos peso quando comparado com um suíno que se desenvolve em um ambiente termicamente confortável.

Em relação ao último horário de coleta de dados (19:00), pode-se verificar as variações de temperatura interna em comparação com a temperatura externa no gráfico da Figura 35.

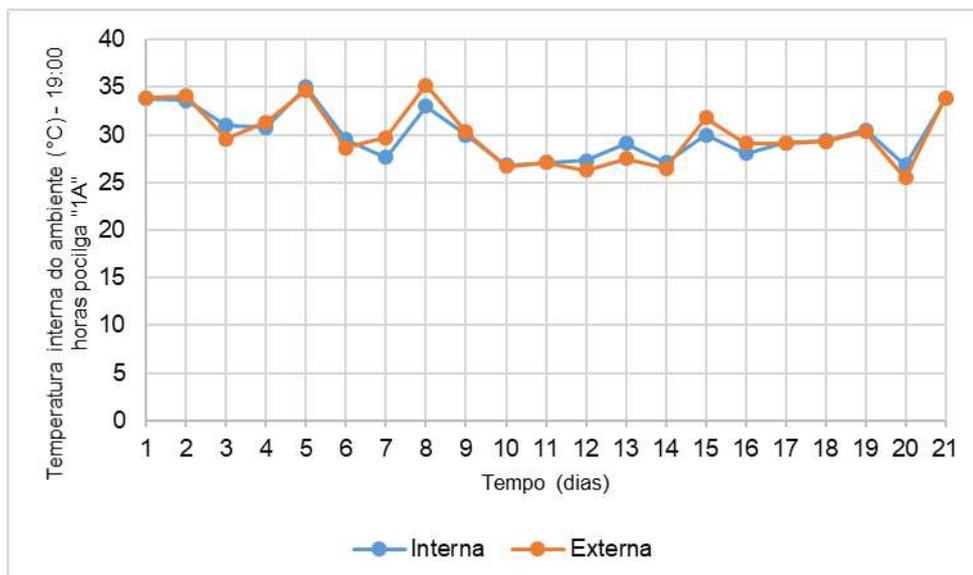


Figura 35 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga "1A".

Ao comparar as temperaturas pode-se observar que a temperatura externa se manteve em 43% do período analisado superior a temperatura interna. Ao considerar o valor médio para o horário verificou-se a temperatura média de 30,0°C com desvio padrão de 2,59°C e coeficiente de variação de 8,64%, comparando esse valor com a temperatura média externa observa-se os valores praticamente iguais, sem grandes variações. Nesse horário os suínos ainda se encontram em um ambiente termicamente desfavorável conforme os limites admitidos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

Quando considerada a umidade relativa do ar para o horário das 19:00 ainda pode-se perceber a desvantagem da estrutura, como pode ser observado na Figura 36, que compara os valores de umidade relativa do ar da parte interna com os valores coletados da área externa.

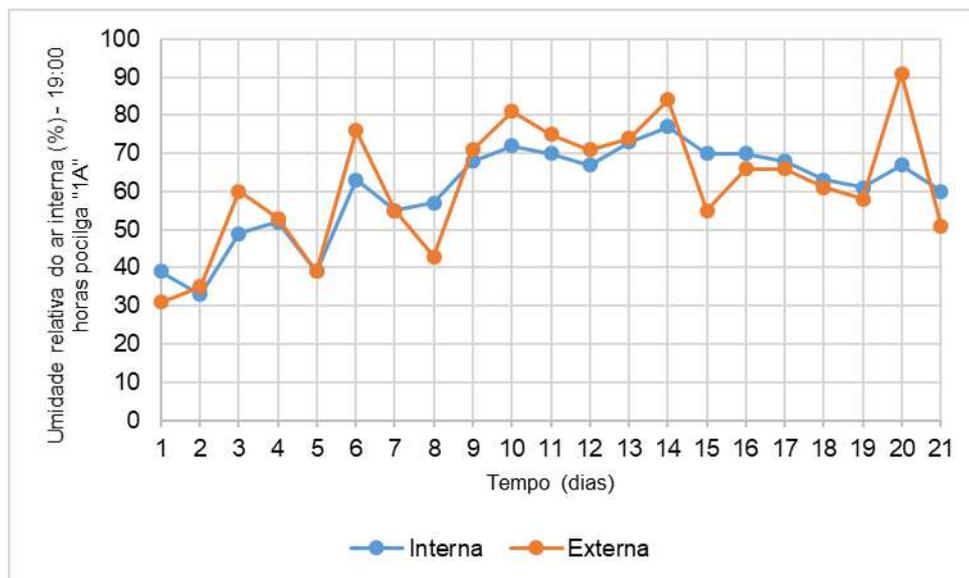


Figura 36 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga “1A”.

A umidade relativa do ar na área interna da estrutura manteve-se em 52% do período analisado inferior ao valor observado na área externa da pocilga, essa situação, desfavorece o conforto do ambiente, visto que de acordo com Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), a umidade ótima é de 70%. Porém foi verificado que o valor médio da umidade relativa do ar na área interna foi de 61%, com desvio padrão de 12,18% e coeficiente de variação de 20,10%, que ao ser comparado com o valor médio externo, encontra-se inferior e conforme os limites para o valor ótimo de umidade relativa do ar de acordo com Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

Quando se verifica as termografias dos suínos para o horário, ainda se percebe que a temperatura corporal se encontra elevada, como pode ser observado nas Figuras 37. Os valores médios encontrados para os itens verificados que são temperatura de nuca, paleta e pernil são, respectivamente, 41,6°C, 41,5°C e 42,1°C, embora os valores tenham diminuído em relação aqueles coletados no período das 15:00 horas, ainda permanecem superior aos indicados por Manno *et al.* (2005), o que evidencia a formação de um ambiente desfavorável em termos de conforto ambiental aos suínos.

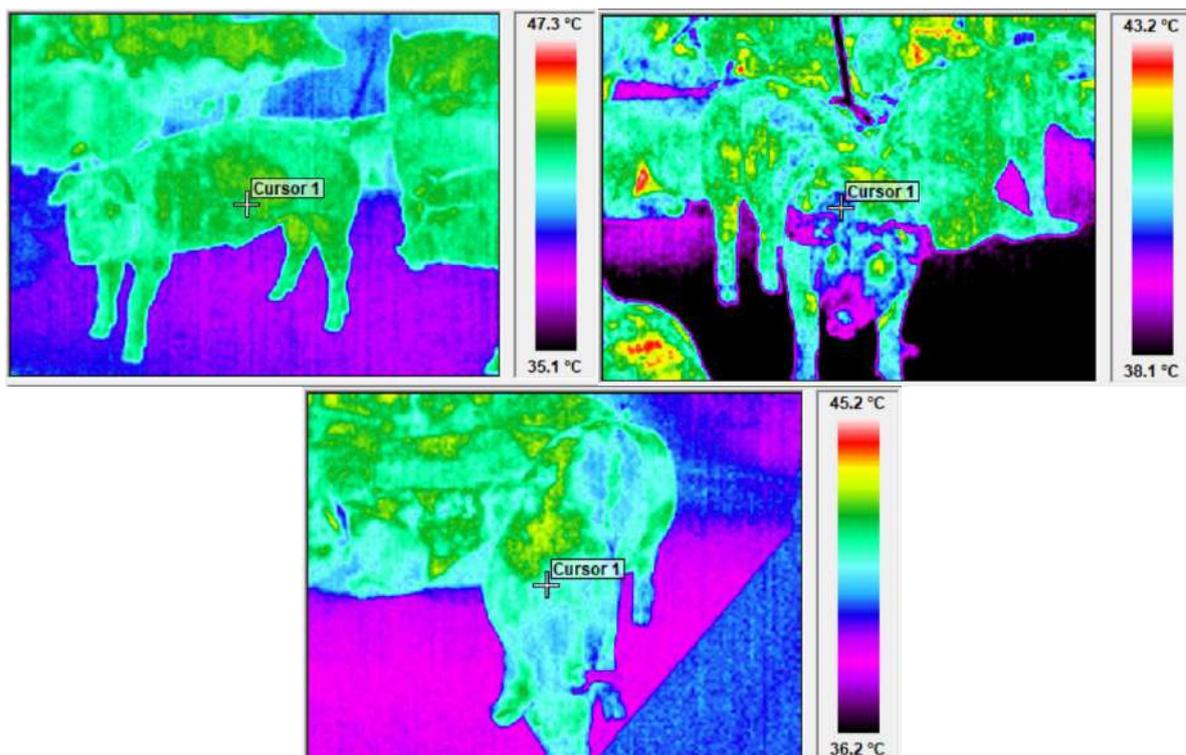


Figura 37 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1A" – 19:00 horas.

Ainda pode-se verificar também na termografias da Figura 37, os pontos em que os animais aproveitam o gotejamento para reduzir a temperatura corporal, pontos esses que possuem temperaturas inferiores, demonstrando a importância da utilização do gotejamento para a amenização do calor que é sentido pelos animais ao longo do dia.

Ao considerar-se a comparação dos valores médios de temperatura e umidade relativa do ar, observa-se que o ambiente gerado pela estrutura da pocilga "1A" não reduz significativamente os efeitos da elevada temperatura externa, como pode ser observado no gráfico da Figura 38.

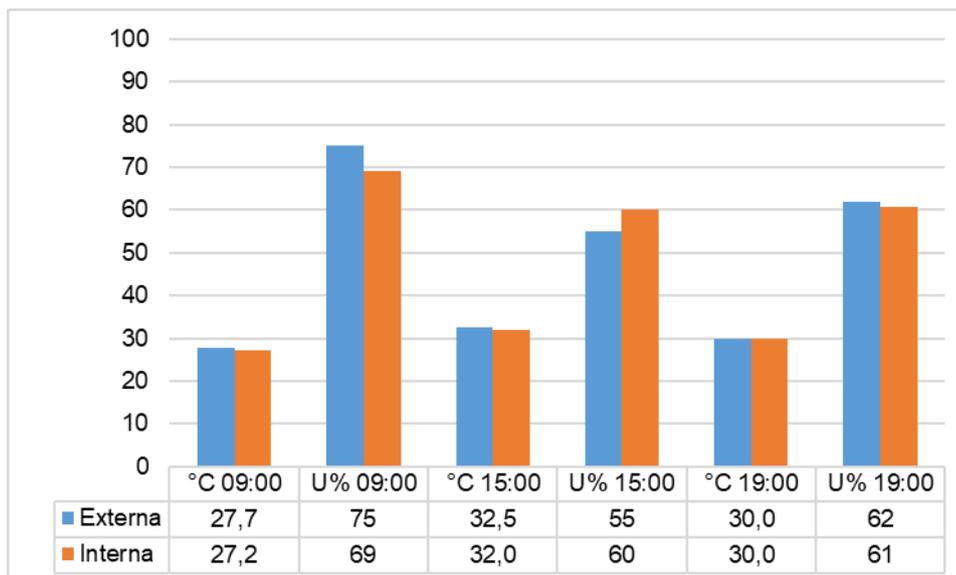


Figura 38 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "1A".

Considerando os dados do gráfico da Figura 38 para a amostra "1A", verifica-se que em relação a temperatura do ambiente externo igualou-se a do ambiente interno no período da tarde e da noite, enquanto que no período da manhã houve uma redução pouco significativa de 1°C. Porém em apenas um horário de coleta (09:00 horas) a temperatura aproximou-se do limite crítico superior definido por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) que é de 27°C. Em contrapartida, considerando os limites definidos por Perdormo *et al.* (1985), em nenhum dos horários verificados houve um ambiente dentro dos limites críticos definidos pelos autores. Porém em nenhum dos casos a temperatura esteve dentro da faixa considerada como ótimas por nenhum dos autores.

Já, comparando-se os valores da umidade relativa do ar, observou-se que os valores médios encontrados não atingiram o valor ótimo definido por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) que é de 70%, o horário de maior proximidade com o valor recomendado foi o mesmo que o da temperatura (09:00 horas). Porém, ainda pode-se inferir que os valores médios de umidade relativa do ar interna não ultrapassaram os valores críticos definidos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), sendo o limite inferior de 40% e o limite superior de 90%.

Por outro lado, os valores médios de umidade relativa do ar observados do ambiente interno estão dentro dos limites de valores ótimos recomendados por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), estando entre 50 a 70%.

Quando considerados os valores de temperatura corporal da superfície,

comparando os resultados com os valores de conforto encontrados por Manno *et al.* (2005), pode-se observar as diferenças pela análise do gráfico da Figura 44.

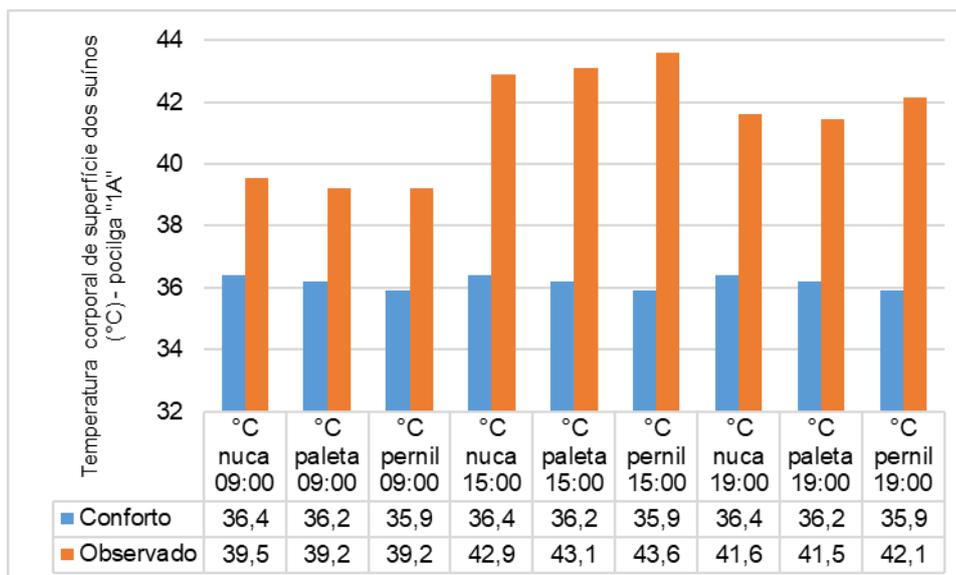


Figura 39 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO *et al.*, 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga "1A".

Nessa comparação pode-se verificar que em todos os horários de levantamento a temperatura corporal superficial dos suínos encontrou-se maior do que os valores observados por Manno *et al.* (2005), em suínos em ambientes em situação de conforto ambiental. Verifica-se ainda que o período da manhã é aquele em que a temperatura verificada nos suínos da pocilga "1A" aproximou-se mais dos valores de conforto encontrados pelos autores citados anteriormente.

Na propriedade "A" ainda há a pocilga denominada "2A", essa pocilga está construída a uma distância de 12,6 metros da pocilga "1A" (Figura 40). Essa distância segundo EMBRAPA (2018) e Carvalho (2009) influenciará nas condições térmicas do ambiente interno nas pocilgas, visto que, de acordo com os mesmos autores a distância adequada seria de 10 vezes o valor da altura do galpão para a segunda estrutura, permitindo assim uma ventilação natural adequada. Considerando que as pocilgas possuem uma altura de 3,8 metros a distância adequada para a construção da segunda instalação seria de 38 metros, diferente dos 12,6 metros identificados no local.



Figura 40 - Orientação geográfica da pocilga "1A" e "2A".

Em relação a posição da construção da edificação pode-se observar que está de acordo com a recomendação de Carvalho (2009), pois o eixo longitudinal encontra-se posicionado na direção leste-oeste, considerando o norte verdadeiro, como verifica-se na Figura 40.

Porém ao passo que a pocilga se encontra posicionada de maneira adequada, ainda de acordo com Carvalho (2009) a estrutura permite que haja incidência de radiação solar direta, e há a necessidade de dispositivos adequados para isso. No caso da pocilga "1A" se observa a presença de árvores na fachada sul, porém a ausência de árvores na fachada norte, o que pode permitir incidência direta de radiação solar nos suínos, visto que as cortinas que poderiam ser utilizadas como dispositivo de barreira ficam abaixadas para permitir a passagem natural do ar.

#### 4.2.1.2 Pocilga "2A"

Na pocilga "2A", também localizada na propriedade "A" pode-se observar os dados de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e temperatura corporal superficial dos suínos no período de coleta definido de 21 (vinte e um) dias.

Inicialmente observando os resultados para a temperatura do ambiente no horário da coleta das 09:00 horas, pode-se comparar os valores da temperatura

interna da pocilga com os da temperatura externa, como se verifica no gráfico da Figura 41.

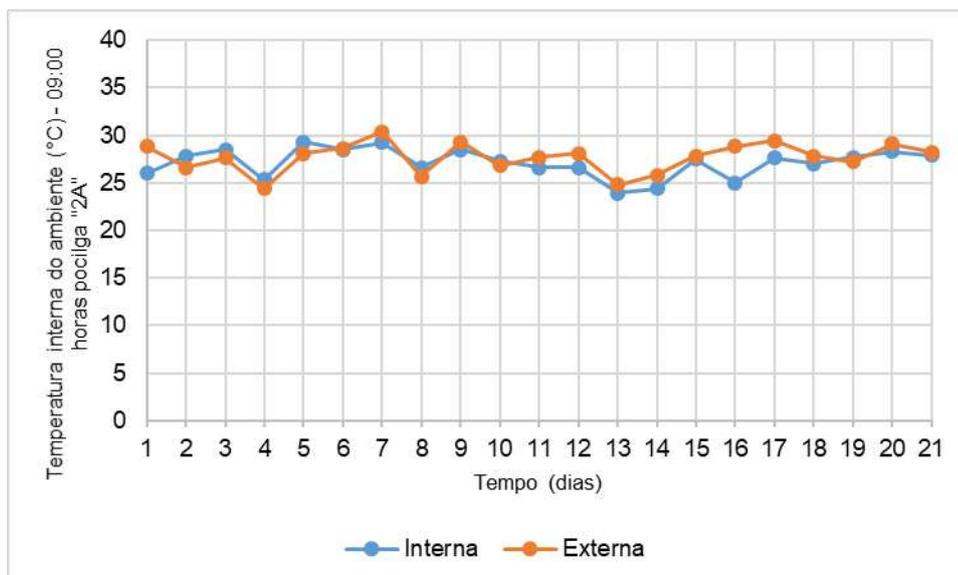


Figura 41 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga "2A".

Ao comparar-se os valores das temperaturas do ambiente interno e externo da pocilga "2A", observa-se que ao longo do período de coleta a temperatura do ambiente interno permaneceu inferior a temperatura do ambiente externo em cerca de 66% dos dias verificados. Além disso, nesse horário a temperatura média observada foi de 27,1°C, com desvio padrão de 1,51°C e coeficiente de variação de 5,57%.

Outrossim, quando compara os valores médios das temperaturas do ambiente externo e interno, há uma redução da temperatura do ambiente de 0,60°C. Quando observados os dias individualmente, verifica-se que a maior redução térmica observada foi de 3,8°C em relação a temperatura externa do ambiente.

Embora a temperatura do ambiente interno tenha sido inferior a temperatura do ambiente externo, de acordo com Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) a temperatura média do ambiente está excedendo o limite crítico de temperatura, gerando ao suíno um *stress* térmico. Sendo que, em 30% dos dias observados a temperatura interna do ambiente encontrou-se dentro dos limites críticos de temperatura, porém não atingiu uma temperatura de conforto.

Quando consideradas as variações da umidade relativa do ar do ambiente interno, obteve-se um valor médio de 71% para o horário das 09:00 horas, com um

desvio padrão de 10,18% e coeficiente de variação de 14,39%. A comparação dos valores coletados de umidade relativa do ar no ambiente interno e externo, pode ser observada no gráfico da Figura 42.

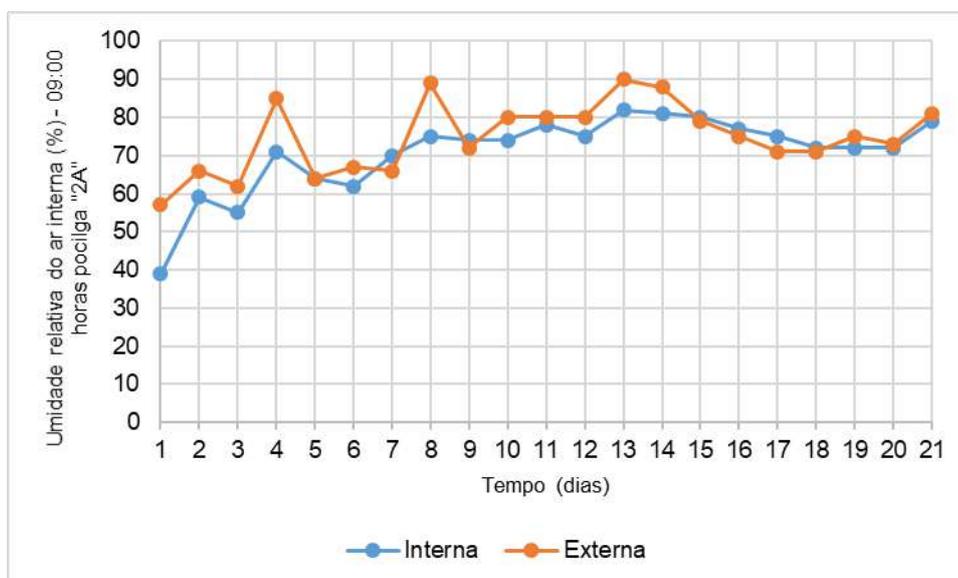


Figura 42 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "2A".

Nesse período coleta em 29% dos dias a umidade relativa do ar interna foi superior a umidade relativa do ar externa, nos demais dias a situação foi inversa. Embora isso aconteça observou-se que o valor médio para o horário está de acordo com os valores recomendados por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) como valor ideal. Quando observado os valores diários, ainda pode-se inferir que em 95% do período analisado a umidade relativa do ar no ambiente interno esteve de acordo com os limites recomendados por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

Quando verificadas as termografias das temperaturas corporais superficiais dos suínos para o horário das 09:00, observa-se os valores médios de 39,4°C, 39,6°C e 39,6°C, para respectivamente, nuca, paleta e pernil. As termografias de referência para a análise da temperatura superficial corporal podem ser observadas na Figura 43.

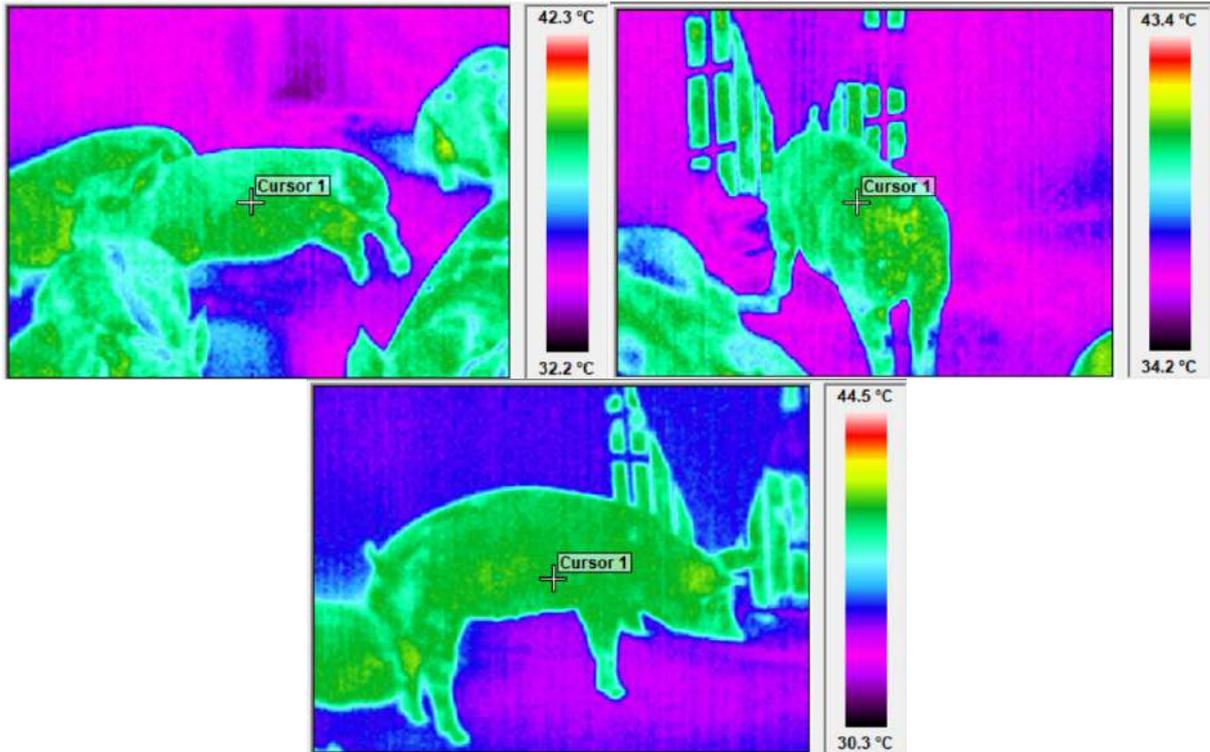


Figura 43 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2A" – 09:00 horas.

Embora as temperaturas médias da superfície corporal dos suínos da pocilga "2A", sejam inferiores aquelas observadas na pocilga "1A", percebe-se que os suínos ainda se encontram em desconforto térmico (MANNO *et al.*, 2005).

Em relação a coleta de dados de temperatura do ambiente para o horário das 15:00 horas, pode-se observar os resultados no gráfico da Figura 44.

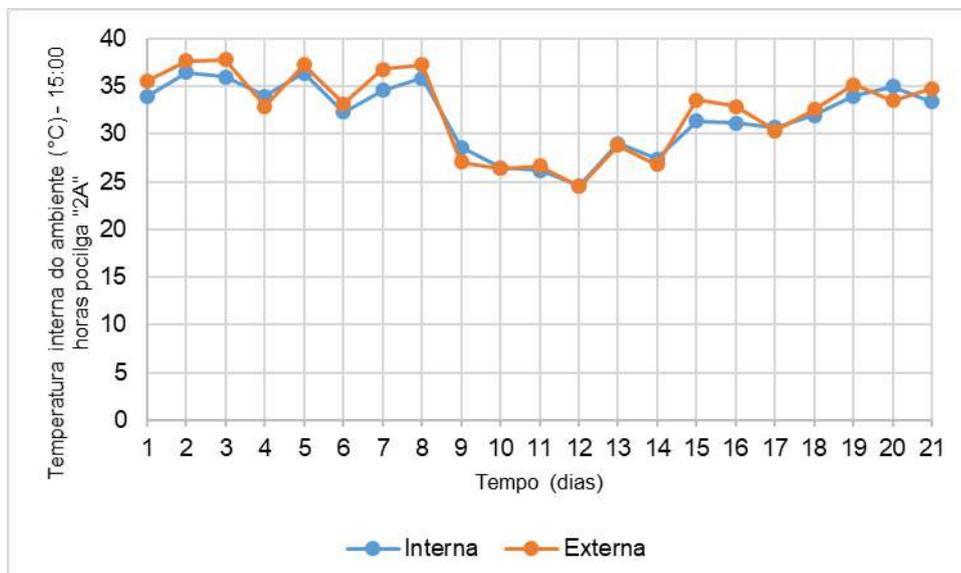


Figura 44 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "2A".

Nesse período de coleta, observou-se que o valor médio da temperatura do ambiente interno foi de 31,9°C, com um desvio padrão de 3,63°C e coeficiente de variação de 11,38%. Verificou-se que em 38% do período de coleta (21 dias) a temperatura externa do ambiente foi inferior a temperatura interna do ambiente, o que demonstra que a estrutura foi ineficiente nesses dias de calor.

Quando se verifica os valores médios de temperatura do ambiente, observa-se que a estrutura manteve uma redução média da temperatura interna de 0,6°C, porém de acordo com Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) a temperatura do ambiente ultrapassou os limites de valores críticos superiores, gerando aos suínos um ambiente de *stress* térmico. Sendo que essa situação para Manno *et al.*, (2006) pode causar uma redução do ganho de peso de 22%, quando comparado aos animais que se desenvolvem em um ambiente de conforto térmico.

Quando verificada da umidade relativa do ar para o ambiente interno no horário das 15:00 horas, observou-se um valor médio de 61%, com um desvio padrão de 11,39% e um coeficiente de variação de 18,73%. Essa situação de umidade relativa do ar, considerando o valor médio, está de acordo com Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) dentro do intervalo considerado como ótimo e, considerando o valor diário em 85% do período de coleta também. Os valores da umidade relativa do ar do ambiente interno em comparação com o ambiente externo podem ser observados no gráfico da Figura 45.

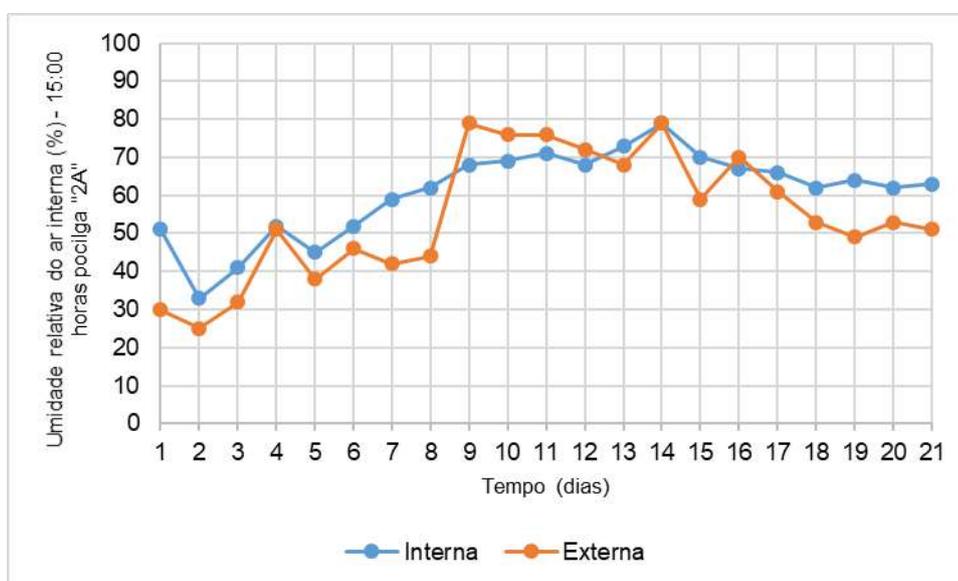


Figura 45 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga "2A".

Nesse período observa-se que os valores identificados no ambiente interno da pocilga foram em 76% dos dias de coleta, superiores aos valores observados no ambiente externo, outrossim, vale destacar que nos dias iniciais da pesquisa em que a umidade relativa do ar no ambiente externo encontrava-se inferior ao limite crítico definido por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), a umidade relativa do ar do ambiente interno observada foi superior àquela observada para o ambiente externo.

As termografias que indicam a temperatura corporal superficial dos suínos da pocilga "2A", podem ser observadas na Figura 46. Nessas termografias os suínos apresentam os valores médios de 42,2°C para a temperatura de nuca, 42,3°C para a temperatura de paleta e 42,6°C para a temperatura de pernil. Embora os valores médios das temperaturas indicadas pelas termografias na pocilga "2A" sejam inferiores aos observados para a pocilga "1A", ainda se encontram superiores aos observados em suínos sujeitos a ambientes em conforto térmico (MANNO *et al.*, 2005).

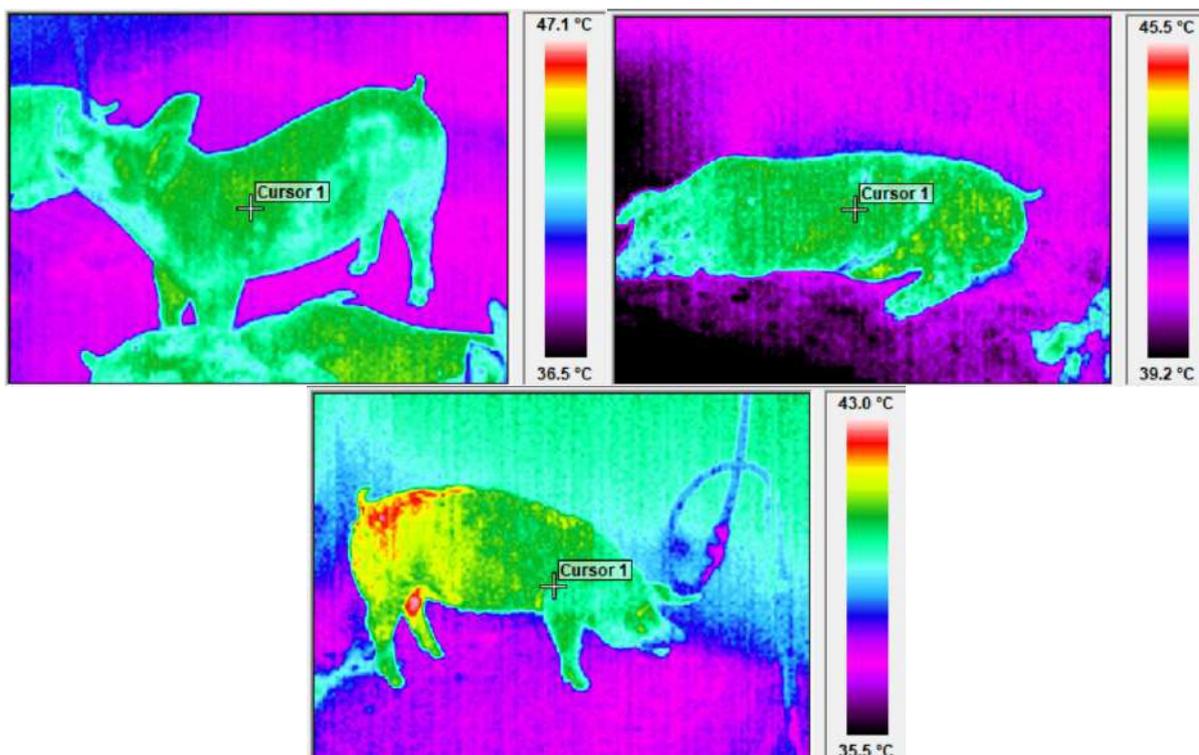


Figura 46 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2A" – 15:00 horas.

Essa situação evidencia que a estrutura da pocilga no horário de maior solicitação em relação aos analisados não dispõe de conforto térmico para os suínos que ali estão em desenvolvimento, deixando-os sujeitos a efeitos negativos em seu

desenvolvimento (COLLIN *et al.*, 2001).

Para o horário de coleta das 19:00 horas na pocilga “2”, verificou-se uma grande igualdade entre os valores da temperatura do ambiente interno e a temperatura do ambiente externo, conforme pode-se observar no gráfico da Figura 47.

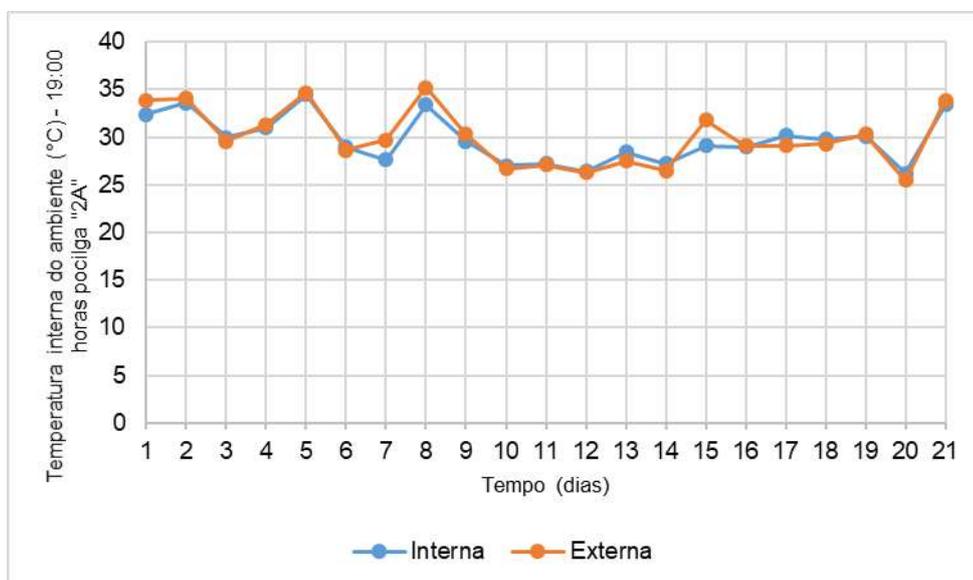


Figura 47 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga “2A”.

Nesse horário verificou-se um valor médio da temperatura interna do ambiente da pocilga foi de 29,8°C, com um desvio padrão de 2,50°C e um coeficiente de variação de 8,41%. Comparando-se os valores médios da temperatura interna e externa do ambiente percebe-se que a temperatura interna foi 0,2°C menor. Outrossim, constatou-se que em 50% dos dias de observação para esse horário a temperatura externa do ambiente foi inferior a temperatura interna do ambiente, fato esse que pode ser justificado pela influência da ventilação natural devido à proximidade das pocilgas na propriedade “A”.

Em relação a temperatura do ambiente de conforto para os suínos verificou-se que em nenhum dos dias de observação encontrava-se dentro dos valores recomendados por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Em dois dias do período de observação a temperatura ficou abaixo do limite superior crítico de temperatura ambiente definido por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) e em nenhum dos dias a temperatura adequou-se aos limites críticos definidos por Perdormo *et al.* (1985).

Ao analisar-se a umidade relativa do ar do ambiente interno da pocilga também pode-se dizer que o valor ótimo recomendado pelos autores Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) não se manteve ao longo dos dias de coleta, como pode-se observar no gráfico da Figura 48.

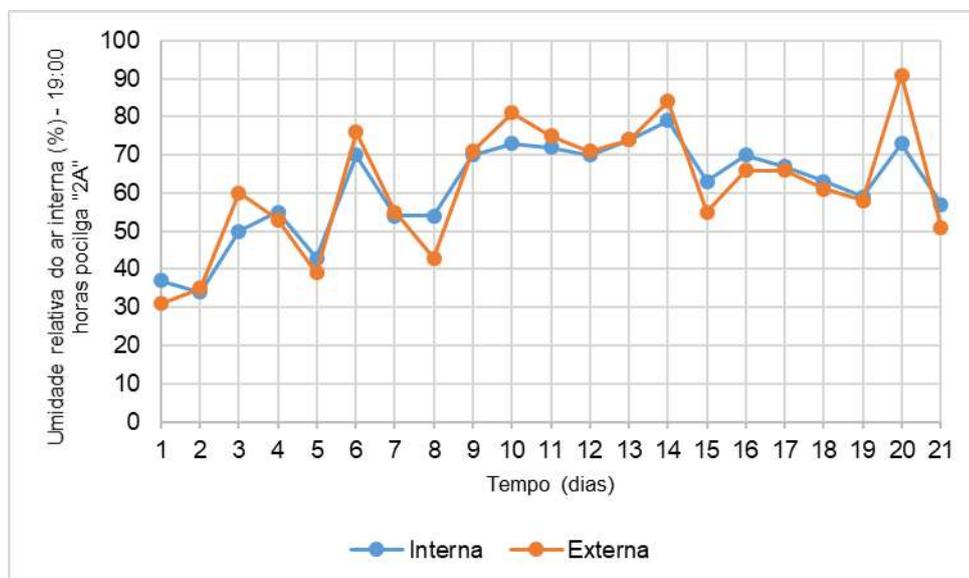


Figura 48 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga "2A".

Nesse horário de coleta de dados pode-se inferir um valor médio de umidade relativa do ar do ambiente interno de 61%, com um desvio padrão de 12,59% e um coeficiente de variação de 20,55%, além disso, também se observou que em 50% do período de coleta de dados a umidade relativa do ar do ambiente externo encontrou-se maior que a umidade relativa do ar do ambiente interno.

Se for considerado o intervalo de umidade relativa do ar ótimo estabelecido por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), o valor médio identificado está adequado como valor ótimo recomendado. Outrossim, vale destacar que em 85% do período de coleta de dados a umidade relativa do ambiente interno esteve dentro dos limites considerados como ótimos pelo mesmo autor.

Em relação as termografias para a verificação das temperaturas da superfície corporal dos suínos, observou-se que a temperatura de nuca média foi de 40,3°C, sendo que o valor para suínos em conforto é de 36,4°C (MANNO *et al.*, 2005), a temperatura média de paleta verificada foi de 40,5°C, ao passo que o valor observado em suínos em conforto térmico foi de 36,2°C (MANNO *et al.*, 2005) e por fim o valor médio da temperatura para o pernil observado foi de 40,8°C, estando maior que o valor ideal definido de 35,9°C (MANNO *et al.*, 2005).

É possível observar na Figura 49 as termografias dos suínos para o horário das 19:00 horas na pocilga “2A”.

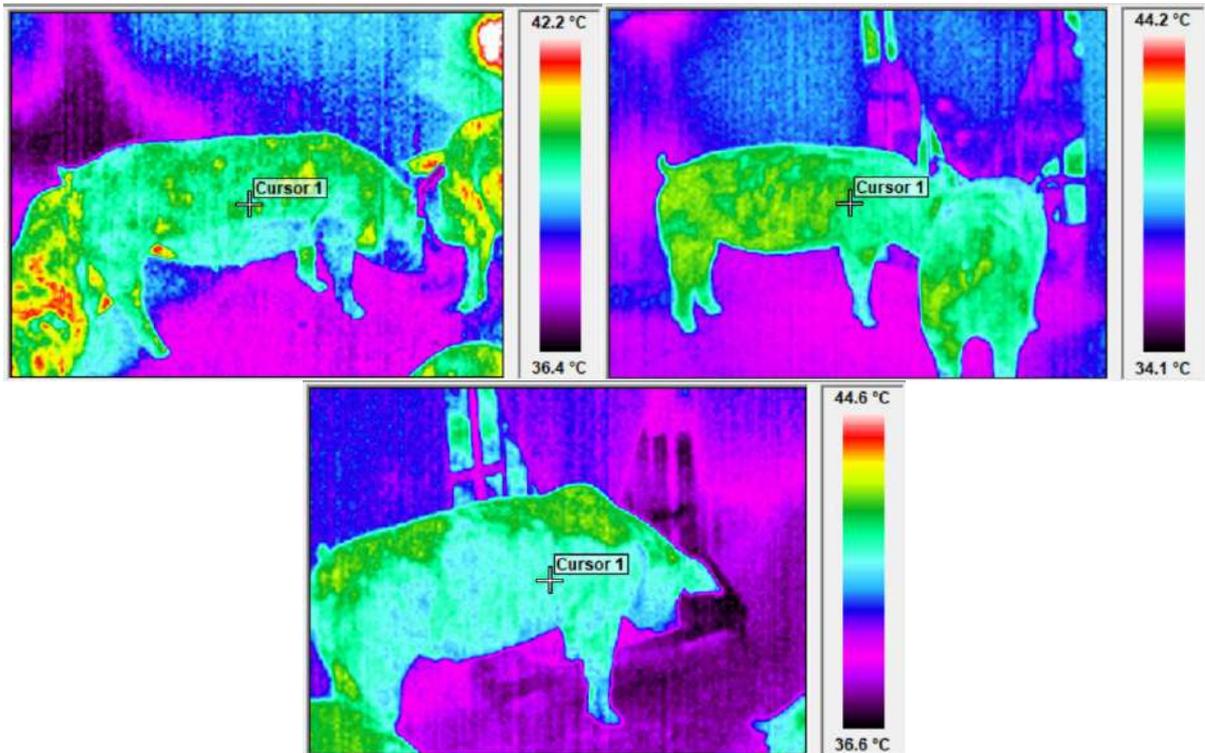


Figura 49 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2A" – 19:00 horas.

Em relação a pocilga “2A”, ainda pode-se resumir os valores médios da temperatura interna do ambiente com os valores da temperatura externa do ambiente, assim como, os valores médios da umidade relativa do ar, conforme observa-se no gráfico da Figura 50.

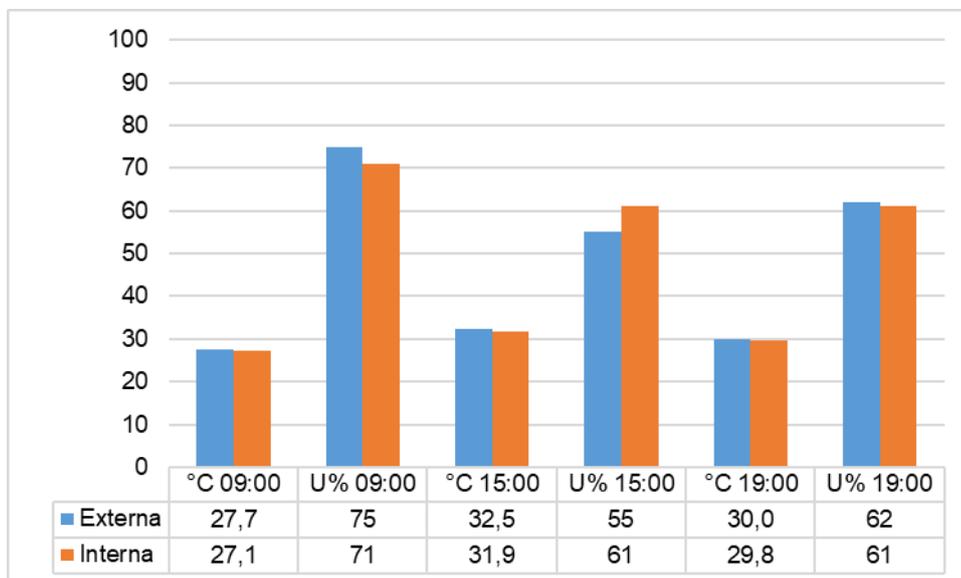


Figura 50 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "2A".

Quando observa-se os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente, comparando-os com os valores coletados para o ambiente externo, verifica-se que em todos os horários de coleta os valores médios da temperatura interna foram inferiores aqueles observados para a temperatura externa do ambiente, porém com uma diferença pouco significativa, embora que em nenhum dos horários os valores de temperatura interna atingiu o recomendado entre o intervalo de valor ótimo definido pelos autores Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Em todos os casos ultrapassando o limite crítico superior de conforto térmico.

Considerando os valores médios de umidade relativa do ar do ambiente verifica-se que para Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) valor encontra-se próximo do valor ótimo no horário das 09:00, enquanto que para Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) todos os horários estão dentro do intervalo considerado como valor ótimo de umidade relativa do ar.

Ainda assim pode-se resumir os valores de temperatura superficial do corpo dos suínos, para que então possam ser verificadas da melhor forma os valores coletados. No gráfico da Figura 51 é possível observar que em todos os horários os valores médios identificados de temperatura de nuca, paleta e pernil permaneceram superiores aqueles indicados para suínos em um ambiente de conforto térmico (MANNO *et al.*, 2005).

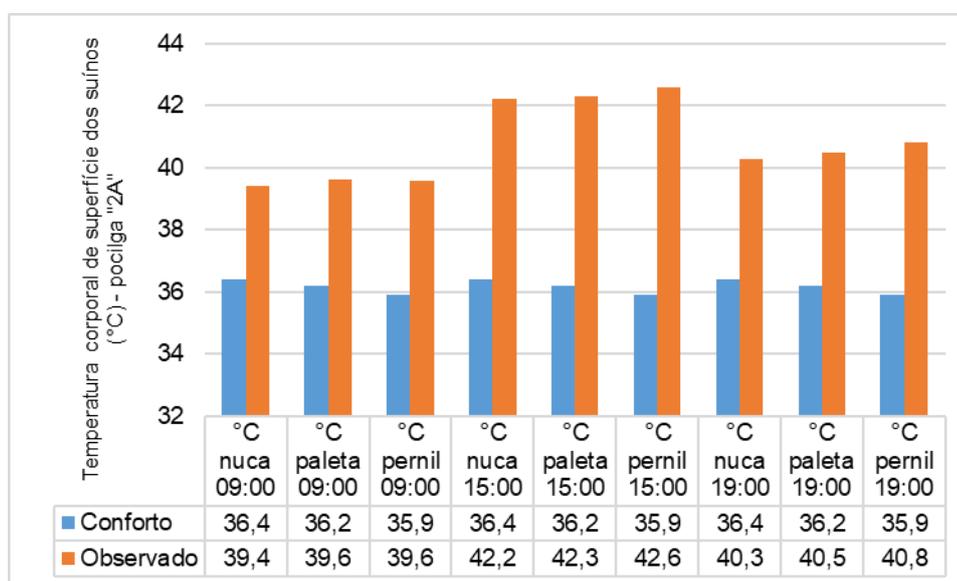


Figura 51 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO *et al.*, 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga "2A".

Esses dados demonstram que a pocilga "2A" não possibilita aos suínos um

ambiente com conforto térmico adequado ao longo do dia. Dessa forma, os suínos podem sofrer os efeitos do *stress* térmico como redução da alimentação e hidratação, redução no ganho de massa muscular além da própria aceleração do metabolismo do animal para adequar-se as condições térmicas do ambiente (ORLANDO *et al.*, 2001; COLLIN *et al.*, 2001; MANNO *et al.*, 2005; BAËTA e SOUZA, 2010).

Em relação ao posicionamento considerando a orientação geográfica, verificou-se que a pocilga “2A”, possui a mesma orientação que a pocilga “1A” (Figura 40), sendo assim, de acordo com EMBRAPA (2018) e Carvalho (2009) encontra-se adequado, porém o distanciamento entre as pocilgas está inadequado considerando a indicação de Carvalho (2009).

Quando comparados os valores médios das temperaturas e da umidade relativa do ar no ambiente interno entre as pocilgas da propriedade “A”, observa-se que a pocilga “2A”, possui valores de temperatura inferiores e valores de umidade relativa do ar superiores. Esses fatos podem ser justificados pela falta de arborização da fachada norte da pocilga “1A” e também pela presença de uma lona como forro entre a cobertura da pocilga e o ambiente de criação dos suínos nessa mesma estrutura.

#### **4.2.2 Avaliação dos parâmetros de conforto térmico nas pocilgas da propriedade “B”**

A propriedade “B” é composta por três pocilgas, conforme mencionado na caracterização dessa amostra. Os equipamentos para coleta de dados foram instalados em todas as amostras e os dados serão apresentados individualmente.

##### **4.2.2.1 Pocilga “1B”**

Na pocilga “1B” observou-se as variações de temperatura e umidade relativa do ar no ambiente, sendo os valores verificados da temperatura no horário das 09:00 horas comparados com a temperatura do ambiente apresentados no gráfico da Figura 52.

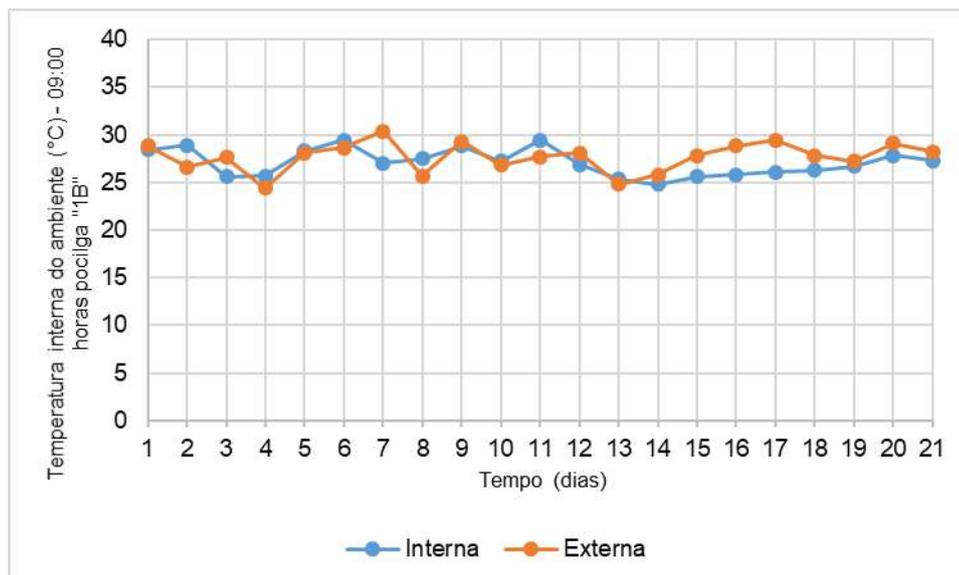


Figura 52 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga “1B”.

Observando os valores de temperatura da pocilga “1B” verificou-se que o valor médio da temperatura ambiente foi de 27,1°C, com desvio padrão de 1,4°C e coeficiente de variação de 5,16%. Nesse período de coleta ainda pode-se constatar que em 62% do tempo a temperatura interna manteve-se menor que a temperatura externa, e considerando os valores médios houve uma redução de 0,6°C da temperatura interna do ambiente em relação ao ambiente externo.

Quando considerado o valor da temperatura ambiente média observado e comparando-o com o valor dos intervalos de conforto térmico sugeridos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Ao ser verificado os valores diários em 52% dos dias a temperatura do ambiente observada estava superior ao limite crítico superior definido por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), nos demais dias a temperatura excedeu o limite crítico superior defendido pelos autores e em nenhum dos dias a temperatura interna da pocilga esteve dentro dos limites do intervalo de conforto térmico defendido pelos mesmos autores.

Quando se verifica os valores de umidade relativa do ar no ambiente interno da pocilga “1B” observou-se um valor médio de 74%, com um desvio padrão de 9,76% e um coeficiente de variação de 13,26%. A comparação dos valores coletados da umidade relativa interna da pocilga e a umidade relativa externa podem ser verificados no gráfico da Figura 53.

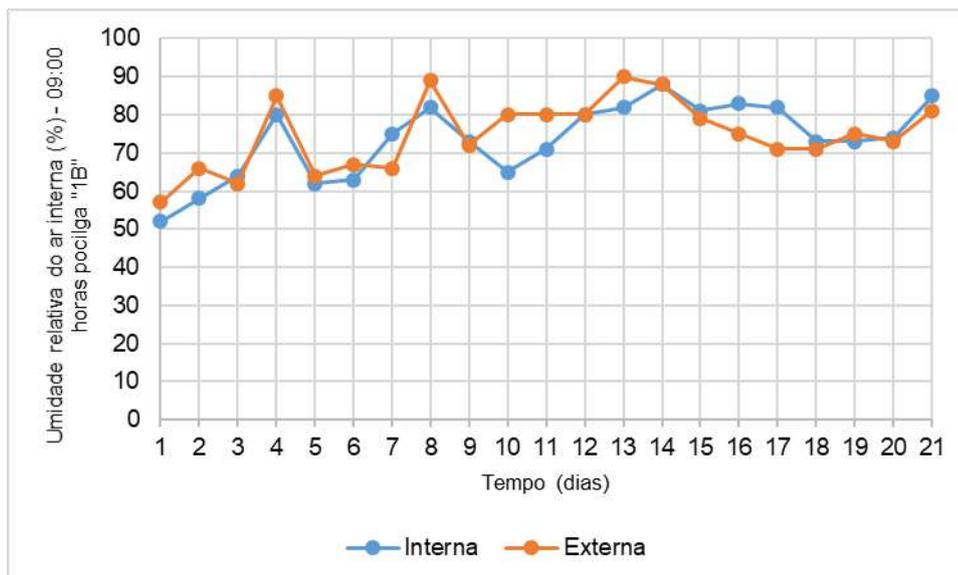


Figura 53 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga “1B”.

Analisando os valores coletados observou-se que em 43% dos dias de coleta a umidade relativa do ar interna da pocilga “1B” encontrou-se inferior a umidade relativa do ambiente externo à pocilga no horário da verificação.

Quando se analisa o valor médio da umidade relativa do ar do ambiente interno da pocilga “1B” e o valor recomendado por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) como valor ótimo, verifica-se que o observado não atende a recomendação, porém encontra-se dentro dos limites críticos defendidos pelos mesmos autores. Outrossim, vale destacar que em todos os dias de observação os valores de umidade relativa do ar no ambiente interno estiveram dentro dos limites críticos defendidos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004).

Se considerando o intervalo de valores ótimos para a umidade relativa do ar do ambiente definidos por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), verificou-se que em 71% dos dias o valor observado encontrou-se fora dos padrões de conforto.

As termografias dos suínos da pocilga “1B” podem ser observadas na Figura 54.

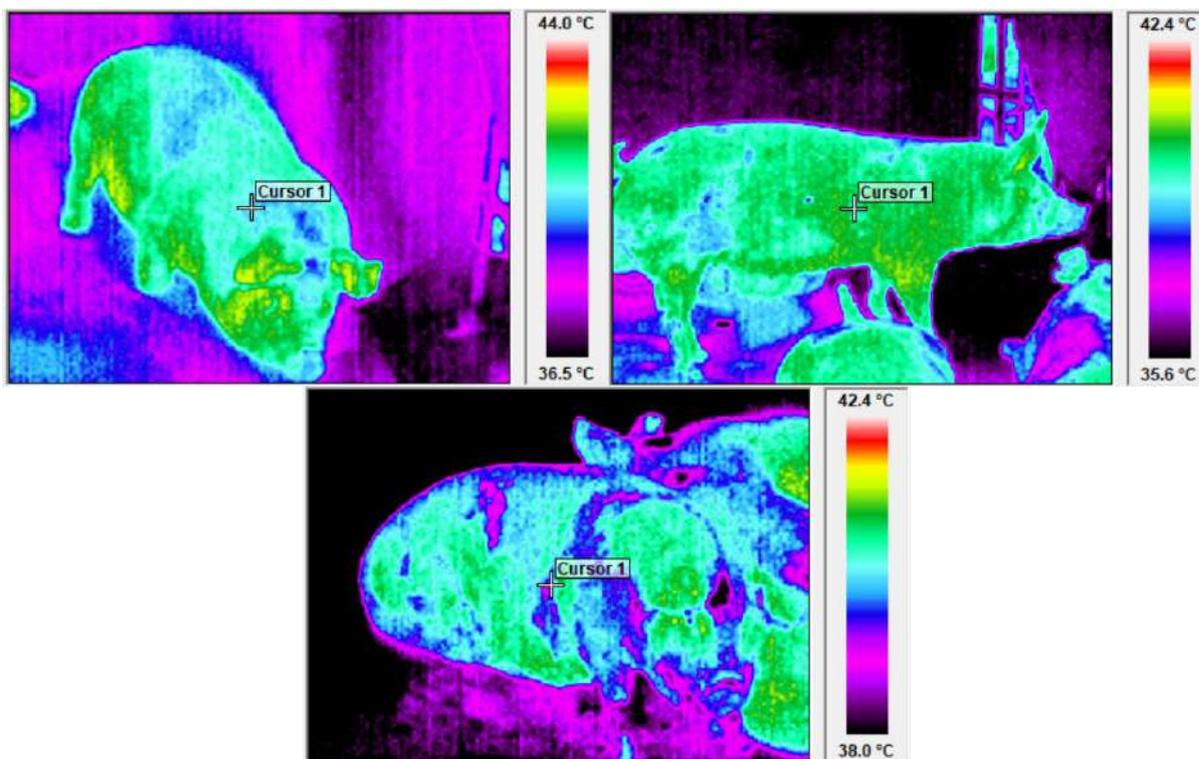


Figura 54 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1B" – 09:00 horas.

Nas termografias da Figura 54 pode-se observar os valores médios para a temperatura da nuca, paleta e pernil, sendo respectivamente, 40,0°C, 40,6°C e 40,4°C. Esses valores comparados com os observados por Manno *et al.* (2005), para suínos em conforto térmico são elevados, demonstrando assim que o ambiente da pocilga gera um *stress* térmico aos animais.

Analisando ainda os valores da temperatura interna do ambiente da pocilga "1B" para o horário das 15:00 horas, tem-se o valor médio de 31,6°C, com um desvio padrão de 3,48°C e um coeficiente de variação de 11%. Comparando os valores médios de temperatura do ambiente interno e externo observa-se uma redução de 0,9°C da temperatura interna em relação a externa. Os valores diários da temperatura interna e externa podem ser verificados no gráfico da Figura 55.

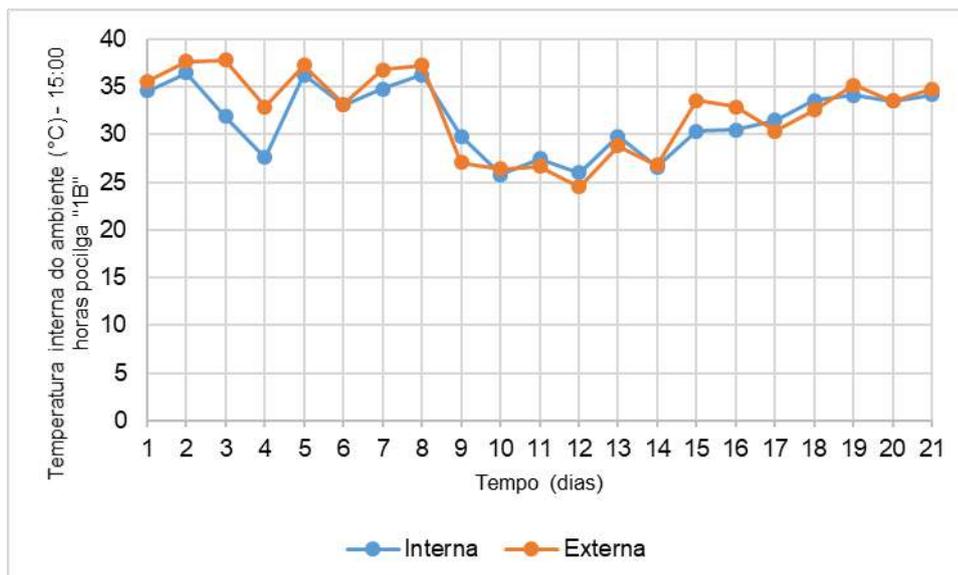


Figura 55 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "1B".

Ao analisar os dados pode-se perceber que em 67% dos dias a temperatura interna permaneceu inferior a temperatura externa, porém em nenhum dos dias a temperatura observada encontrou-se dentro dos limites de conforto térmico propostos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

Quando comparados os valores diários observados de temperatura do ambiente interno e os valores críticos superiores observados por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), dois dias estiveram dentro desse limite. Por outro lado, um dia esteve dentro do limite superior crítico defendido por Perdormo *et al.*, (1985) para suínos em terminação. Essa situação demonstra que a pocilga "1B" tornou-se um ambiente de *stress* térmico para os suínos considerando a questão da temperatura.

Os valores de umidade relativa do ar do ambiente interno da pocilga "1B" comparados com os valores de umidade relativa do ar do ambiente externo para o horário das 15:00, podem ser observados no gráfico da Figura 56.

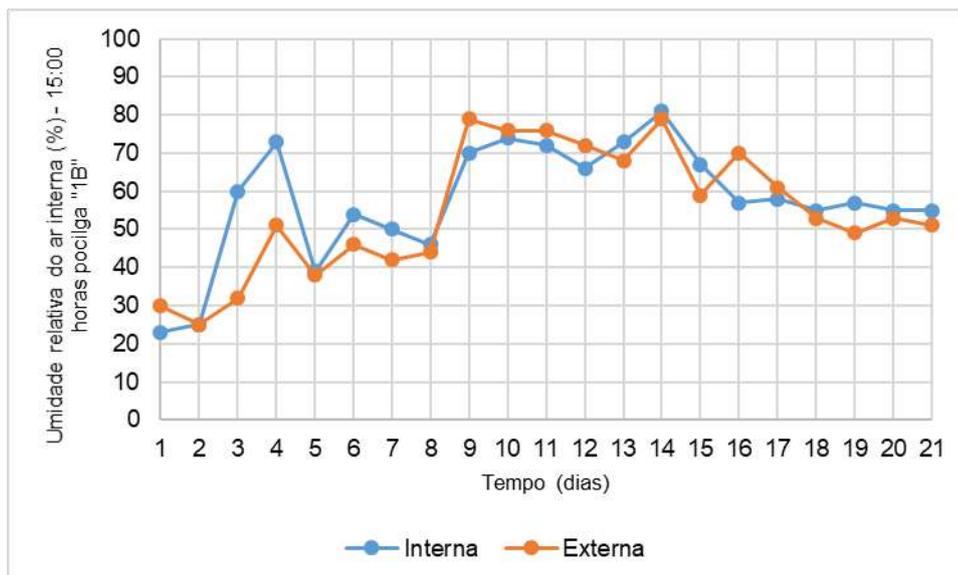


Figura 56 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga “1B”.

Nesse período o valor médio de umidade relativa do ar observado foi de 58%, tendo um desvio padrão de 15,25%, com um coeficiente de variação de 26,46%. Ainda foi verificado que em 62% dos dias durante o período de coleta de dados a umidade relativa do ambiente interno esteve inferior àquela observada no ambiente externo.

O valor médio da umidade relativa do ar do ambiente interno quando comparado com o valor ótimo definido por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) são diferentes, porém esse valor está dentro dos limites críticos definidos pelos mesmos autores. Outrossim, verificou-se que em três dias observados a umidade relativa do ar do ambiente interno ultrapassou o limite crítico de umidade relativa do ar de conforto (LEAL e NÃÃS, 1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004).

Quando considerados os limites definidos como valores ótimos por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) verifica-se que o valor médio observado na pocilga “1B” está dentro desse intervalo. Assim como, em 57% dos dias observados a umidade relativa do ar do ambiente interno estava dentro dos limites definidos como ótimo por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

As termografias dos suínos relativas a temperatura da superfície corporal dos suínos para o horário das 15:00 horas podem ser observadas na Figura 57.

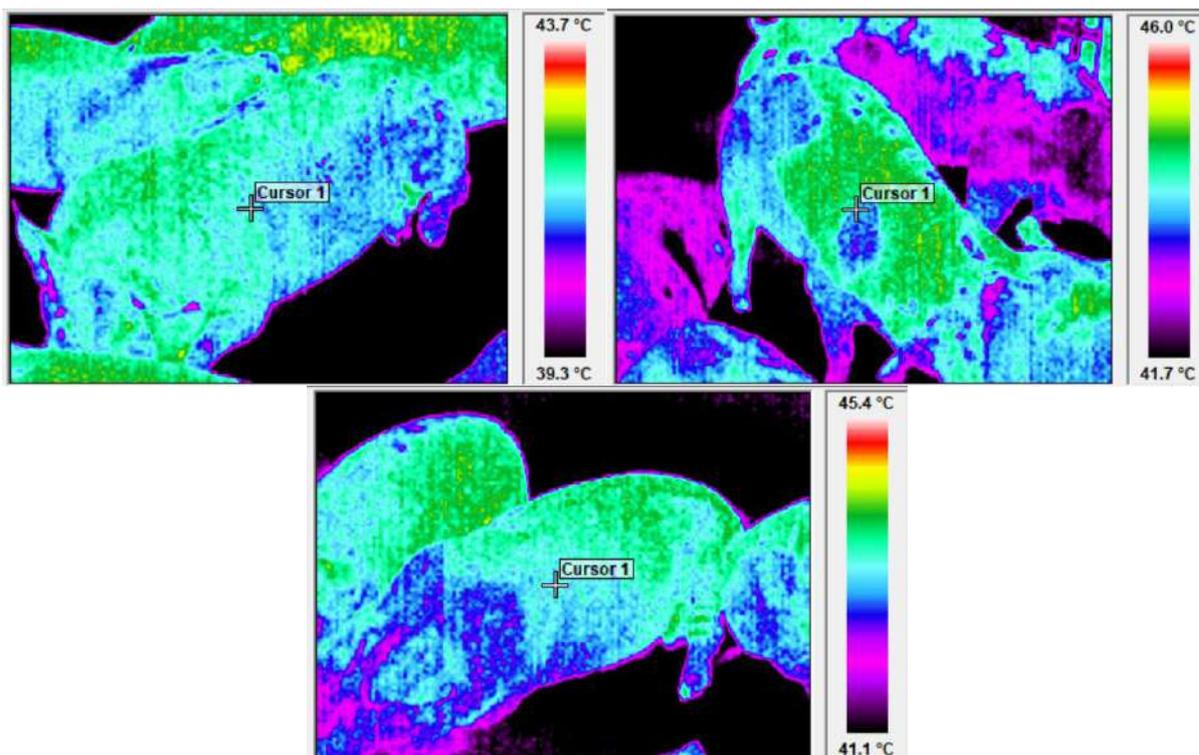


Figura 57 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1B" – 15:00 horas.

Analisando as termografias dos suínos, as temperaturas superficiais corporais médias observadas para nuca foi de 43°C, paleta de 42,8°C e de pernil igual a 42,8°C. Esses valores observados encontram-se superiores aos definidos por Manno *et al.* (2005), demonstrando assim que a estrutura da pocilga "1B" tornou-se um ambiente de *stress* térmicos aos suínos para o horário verificado.

Os dados do levantamento da temperatura do ambiente interno da pocilga "1B", comparados os valores da temperatura do ambiente externo podem ser observados no gráfico da Figura 58.

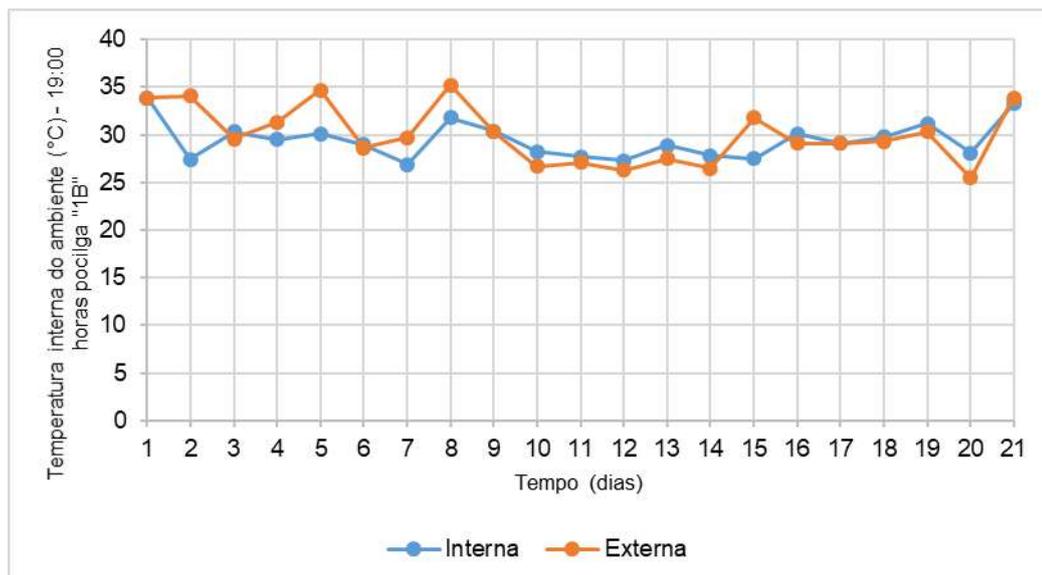


Figura 58 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga "1B".

Nesse horário a temperatura média observada ao longo do período de coleta foi de 29,4°C, com um desvio padrão de 1,93°C e um coeficiente de variação de 6,57%. Nesse período observou-se ainda que em 57% dos dias a temperatura interna do ambiente foi superior a temperatura externa e considerando os valores médios a temperatura interna foi reduzida em 0,6°C.

A temperatura média do ambiente encontra-se fora dos limites considerados como ótimos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) e ultrapassam também os limites críticos superiores definidos pelos mesmos autores. Em um dia do período de observação a temperatura interna observada encontrou-se dentro do limite crítico máximo definido pelos autores Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

A umidade relativa do ar média do ambiente interno para a pocilga "1B" foi de 63%, tendo um desvio padrão de 11,80% e um coeficiente de variação de 18,80%. Nesse período observou-se ainda que a umidade relativa do ar do ambiente interno foi em 57% dos dias observados superior àquela observada no ambiente externo. Os valores da umidade relativa do ar ao longo do período de coleta de dados comparando-os com os valores de umidade relativa de ar do ambiente externo podem ser observados no gráfico da Figura 59.

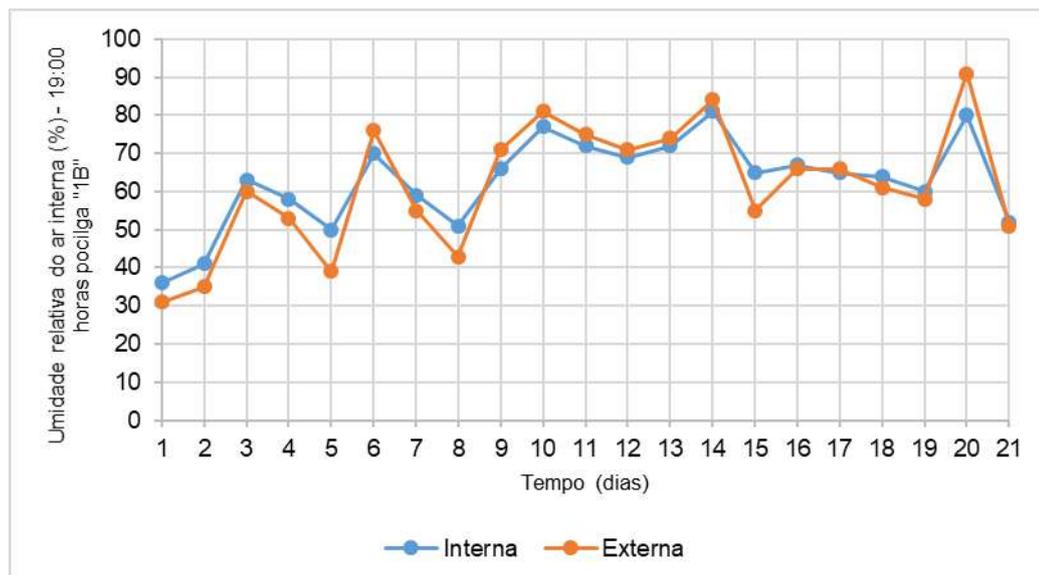


Figura 59 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga “1B”.

Considerando o valor médio da umidade relativa do ar no ambiente interno verifica-se que esse valor é diferente da umidade relativa do ar ótima definida pelos autores Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004). Considerando os valores diários em um dia verificou-se que a umidade relativa do ar ultrapassou o limite crítico inferior definido pelos mesmos autores.

Quando observado os limites definidos por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) considerado como ótimos, verifica-se que o valor médio observado para a umidade relativa do ar encontra-se adequado, porém em 33% dos dias de observação a umidade relativa do ar no ambiente interno encontra-se fora do intervalo definido pelo mesmo autor como valor ótimo.

Os valores de temperatura superficial corporal dos suínos para a pocilga “1B”, foram observadas através das termografias que podem ser verificadas na Figura 60. Os valores médios para a temperatura superficial corporal de nuca observado foi de 41,2°C, a temperatura corporal superficial de paleta observado foi de 41,0°C e a temperatura média de pernil observada foi de 41,2°C. Esses valores observados na pocilga “1B” são superiores aos valores observado em suínos expostos ao um ambiente em conforto térmico por Manno *et al.* (2005). Nas termografias ainda é possível observar pontos em que pontos em que a temperatura superficial do corpo foi inferior pois há a utilização do sistema de gotejamento.

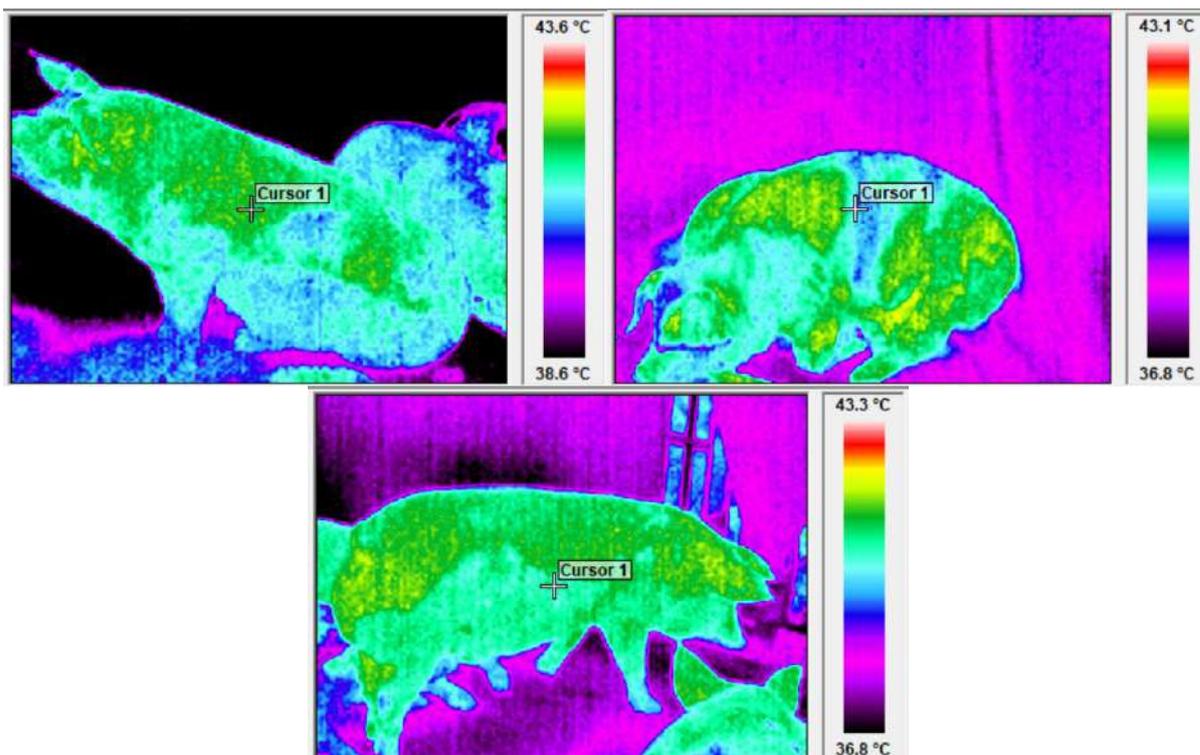


Figura 60 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1B" – 19:00 horas.

Na pocilga "1B" o resumo dos valores médios da temperatura interna do ambiente e a umidade relativa do ar do ambiente podem ser observados no gráfico da Figura 61.

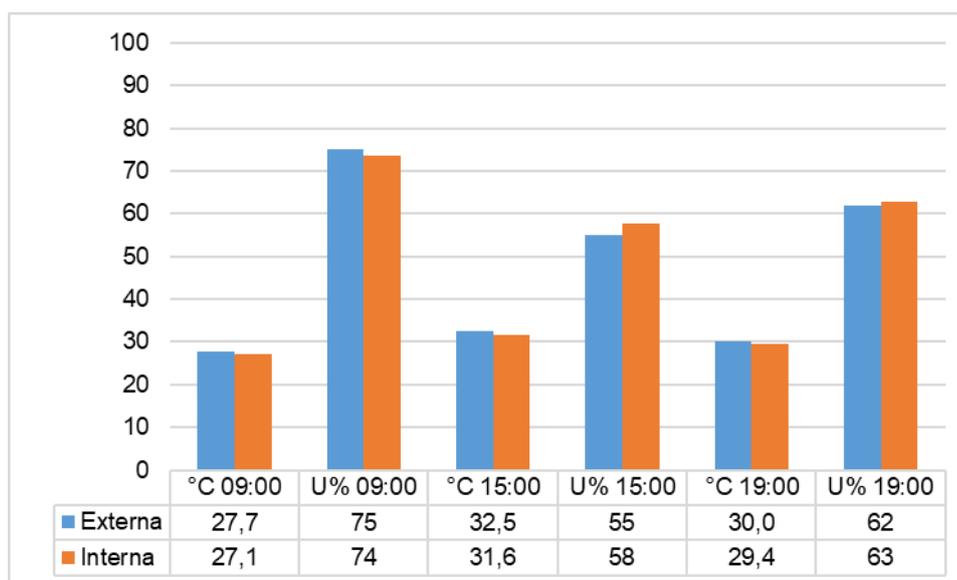


Figura 61 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "1B".

Considerando o resumo dos valores médios da Figura 61 pode-se observar que em todos os horários a temperatura do ambiente interno permaneceu inferior aos

valores observados para o ambiente externo. Entretanto todos os valores médios observados estão superiores aos limites críticos superiores definidos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), demonstrando que o ambiente não traz conforto térmico aos suínos.

Ao analisar-se os valores médios de umidade relativa do ar do ambiente interno no horário das 09:00 horas a umidade do ambiente externo foi superior àquela encontrada no ambiente interno, porém nos demais períodos a situação inverteu-se. Esses valores médios para o horário da manhã estão fora dos limites considerados como ótimos por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), porém nos outros dois horários está dentro dos limites considerados como ótimos para a umidade relativa do ar pelo mesmo autor. Os valores médios de umidade relativa do ar observados na pocilga “1B” estão dentro dos limites considerados como críticos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004).

No gráfico da Figura 62 é possível observar os valores médios para a temperatura corporal superficial dos suínos para a pocilga “1B”.

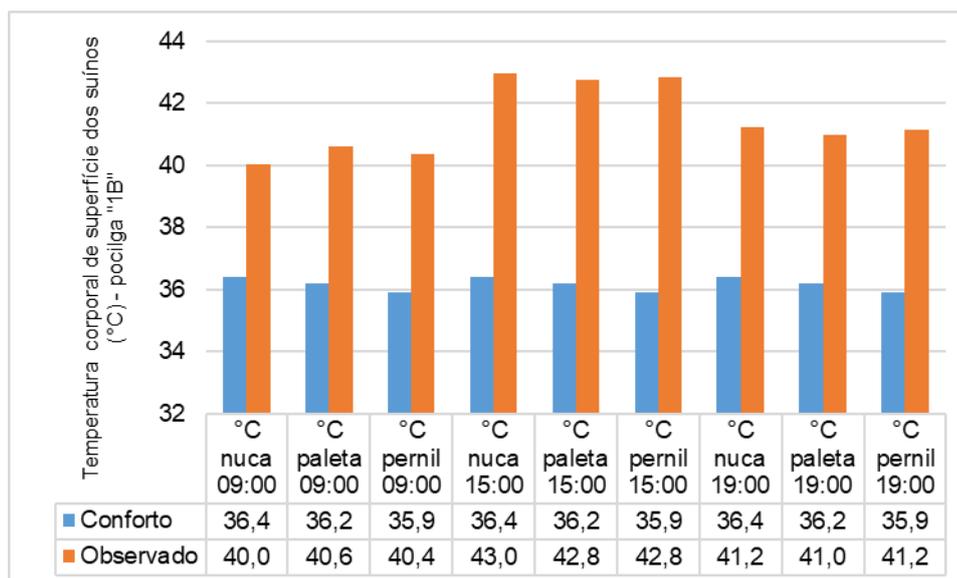


Figura 62 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO *et al.*, 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga “1B”.

Em relação aos valores de temperatura superficial corporal dos suínos observa-se que em todos os horários de coleta do dia a temperatura observada nos suínos foi superior aquelas definidas como valores observados para suínos em conforto térmico. Essa situação demonstra que embora a umidade relativa do ar está de acordo com os limites definidos como ótimo por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), o ambiente demonstra não proporcionar um estado de conforto térmico, possibilitando

uma queda no ganho de peso dos animais (MANN *et al.*, 2005).

Em relação a posição geográfica da pocilga e o distanciamento para a pocilga “2B” observa-se que há divergências considerando as situações indicadas por EMBRAPA (2018) e Carvalho (2009), como observa-se na Figura 63.



Figura 63 - Orientação geográfica da pocilga "1B" e "2B".

A orientação geográfica da pocilga “1B” está ligeiramente rotacionada para leste, assim como o distanciamento entre as pocilgas está inferior ao recomendado. Esses fatores observados podem alterar a irradiação solar no ambiente e a ventilação natural, isso pode influenciar nas condições térmicas de conforto para o ambiente da pocilga “1B”.

#### 4.2.2.2 Pocilga “2B”

A pocilga “2B” localiza-se na propriedade “B”, e também foram feitos os registros de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente, assim como as termografias.

Em relação as observações no horário das 09:00 horas, pode-se verificar que a temperatura média do ambiente interno da edificação foi de 27,4°C, como um desvio padrão de 1,75°C e um coeficiente de variação de 6,37%. A comparação entre os valores coletados para o ambiente interno e externo pode ser observado no gráfico da Figura 64.

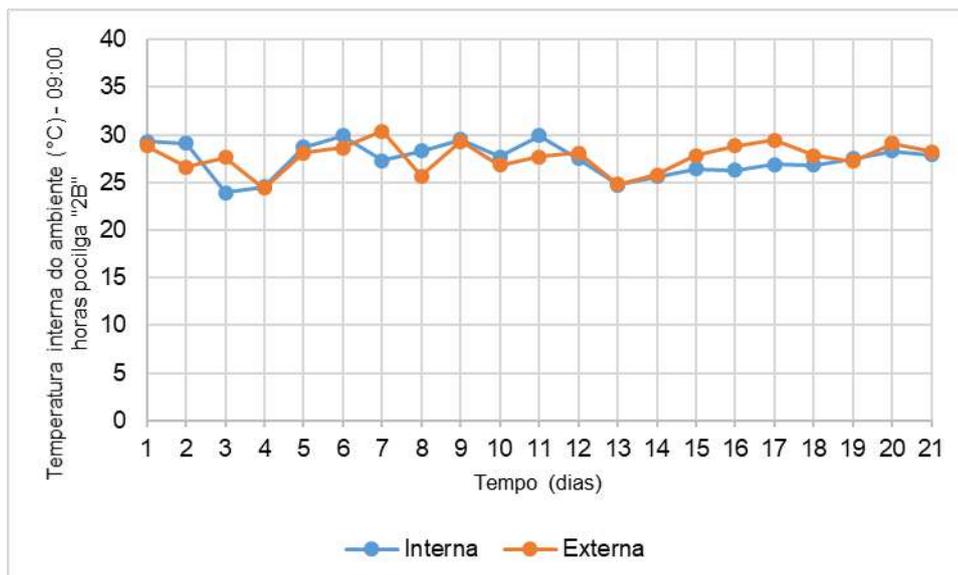


Figura 64 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga "2B".

Nesse horário de coleta verificou-se que a temperatura interna do ambiente foi em 48% dos dias de observação menor que a temperatura externa do ambiente. Outrossim, vale destacar quando comparado o valor médio da temperatura do ambiente interno e externo observou-se uma redução de 0,3°C na temperatura do ambiente interno, sendo ainda que a maior diferença observada foi de 3,7°C.

O valor médio da temperatura do ambiente interno permaneceu fora dos padrões de conforto defendidos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), porém em 38% dos dias de coleta de dados a temperatura interna do ambiente manteve-se abaixo do valor de limite crítico superior recomendados por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), mas para Perdormo *et al.* (1985) em 19% dos dias a temperatura interna do ambiente esteve abaixo do limite crítico superior de temperatura.

A umidade relativa do ar do ambiente interno compara com a umidade relativa do ar do ambiente externo para o horário das 09:00 horas podem ser observadas no gráfico da Figura 65.

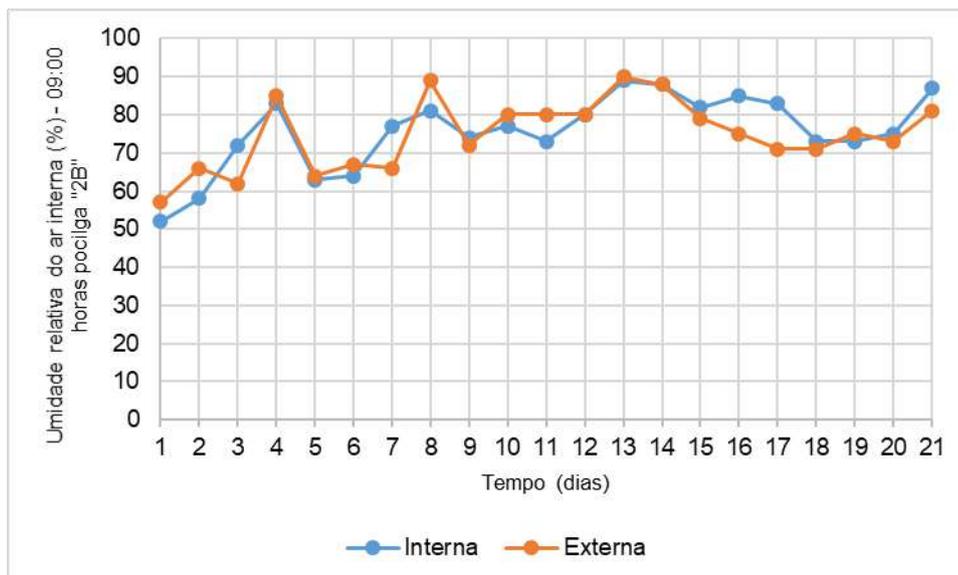


Figura 65 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "2B".

Nesse período observou-se que o valor médio da umidade relativa do ambiente interno foi de 76%, com desvio padrão de 9,88% e coeficiente de variação de 13,05%. Nesse período o valor médio observado é superior aos limites considerados como ótimos para Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Considerando os valores diários observou-se que em 48% dos dias a umidade relativa do ar do ambiente interno foi superior ao valor observado para o ambiente externo.

Considerando o valor ótimo de umidade relativa do ar referenciado por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) verificou-se que nenhum dos dias a umidade relativa do ar interna ultrapassou os limites críticos definidos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004). Entretanto, para os limites de conforto definidos por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), 19% dos dias mantiveram a umidade relativa do ambiente interno dentro desses padrões.

As termografias dos suínos da pocilga "2B", podem ser observadas na Figura 66.

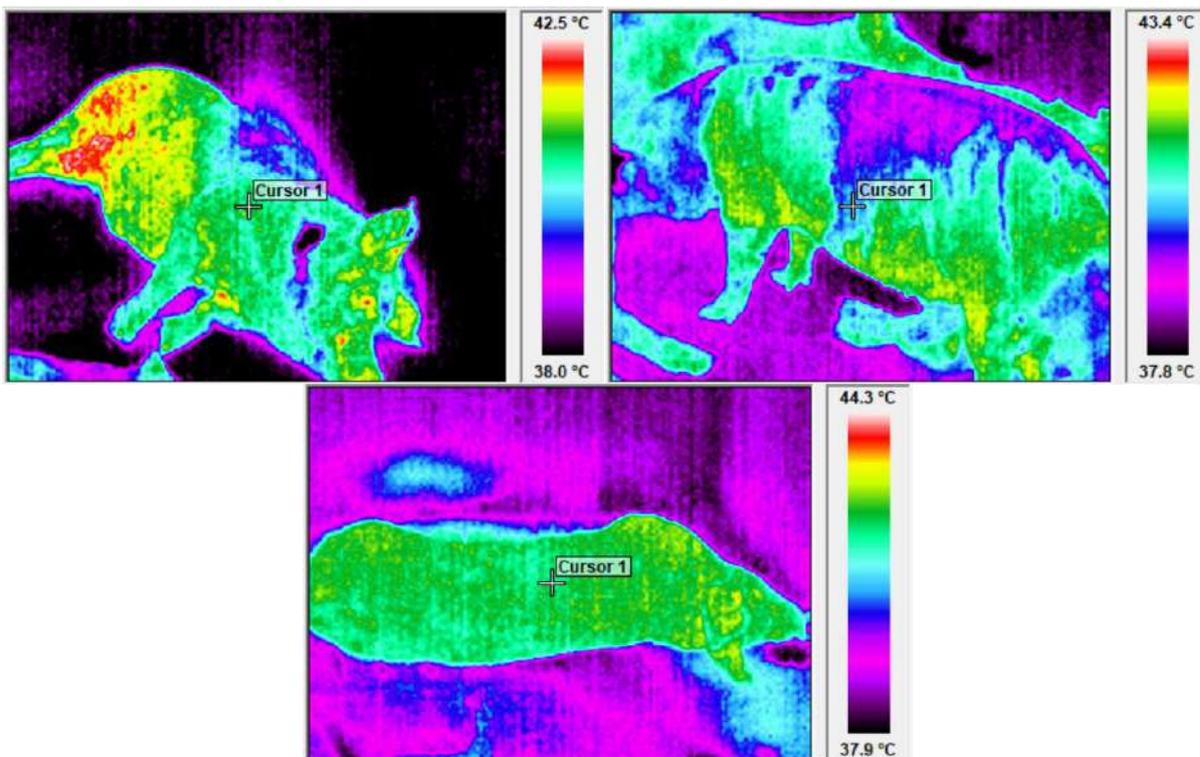


Figura 66 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2B" – 09:00 horas.

Os valores identificados de temperatura média da superfície corporal para nuca, paleta e perfil foram, respectivamente, 41,3°C, 41,8°C e 42,0°C, e considerando os valores normais observados por Manno *et al.*, (2005), verifica-se que os suínos se encontravam em um ambiente de desconforto térmico. Os pontos da termografia em que se observa regiões com temperatura inferior são resultado do gotejamento que é acionado na pocilga.

A temperatura média do ambiente interno da pocilga "2B" no horário das 15:00 horas foi de 31,6°C, com desvio padrão de 3,57°C e coeficiente de variação de 11,29%. Os valores diários da temperatura interna do ambiente confrontados com a temperatura externa podem ser observados no gráfico da Figura 67.

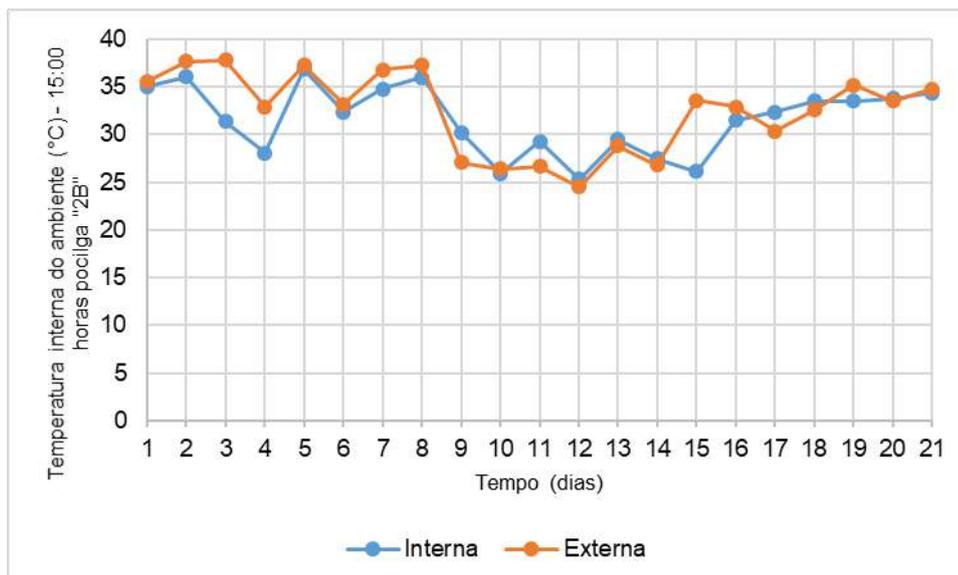


Figura 67 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "2B".

Nesse período a temperatura média do ambiente interno foi inferior a temperatura do ambiente externo em 62% dos dias, tendo uma redução máxima de 7,5°C, porém o valor médio observado está fora dos padrões de temperatura de conforto definidos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

Os valores diários de temperatura permaneceram dentro dos limites críticos recomendados pelos autores Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), mas para Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) em 14% dos dias observados no período a temperatura do ambiente interno da pocilga esteve dentro dos limites críticos. Entretanto em 5% dos dias observados a temperatura do ambiente interno permaneceu entre os limites críticos referenciados por Perdormo *et al.* (1985).

A umidade relativa do ar média do ambiente interno observada foi de 60%, com um desvio padrão de 16,24% com coeficiente de variação de 26,96%. Na Figura 68 pode-se observar os valores diários de umidade relativa do ar do ambiente interno comparados com os valores do ambiente externo.

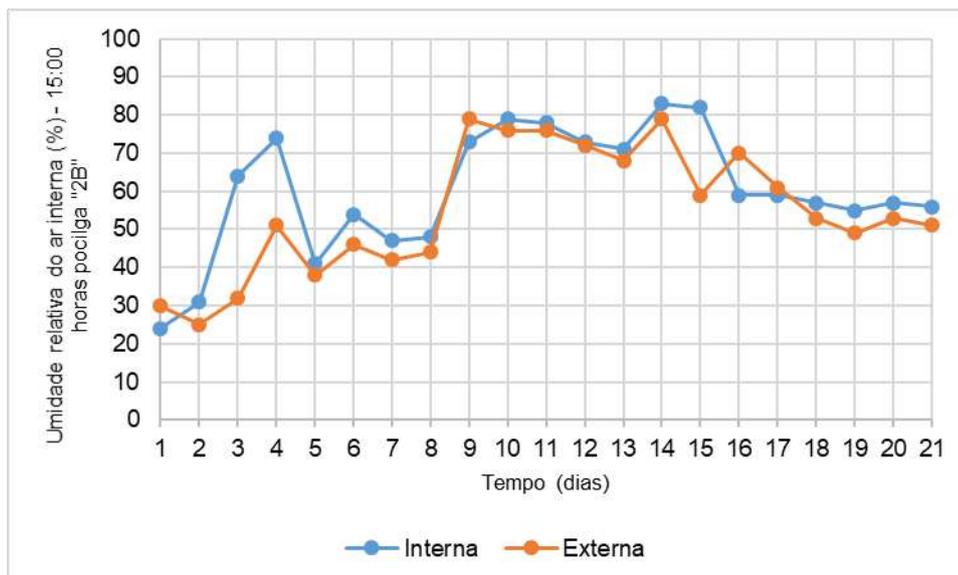


Figura 68 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga “2B”.

Nesse período pode-se verificar que em 81% dos dias a umidade relativa do ar do ambiente interno foi superior àquela verificada para o ambiente externo, porém o valor médio observado está fora do padrão de conforto térmico indicado por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), mas dentro do intervalo considerado como umidade de conforto observado por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

Os valores diários observados na pocilga “2B” para a umidade relativa do ar no ambiente interno permaneceram dentro dos limites considerados como críticos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004).

A umidade relativa do ar diária do ambiente interno permaneceu em 38% dos dias observados dentro dos limites considerados como intervalo de conforto por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

As termografias (Figura 69) verificadas na pocilga “2B” para o horário das 15:00 horas demonstram que os valores médios de temperatura corporal superficial para nuca foi de 40,5°C, de paleta igual a 40,6°C e de pernil igual a 40,5°C. Os valores médios observados nos suínos estão superiores aqueles verificados por Manno *et al.* (2005), para animais em conforto térmico, demonstrando assim que o ambiente da pocilga se tonou um ambiente de *stress* térmico. Essa situação de *stress* térmico infringe aos suínos uma redução do desempenho no ganho de peso (COLLIN *et al.*, 2001).

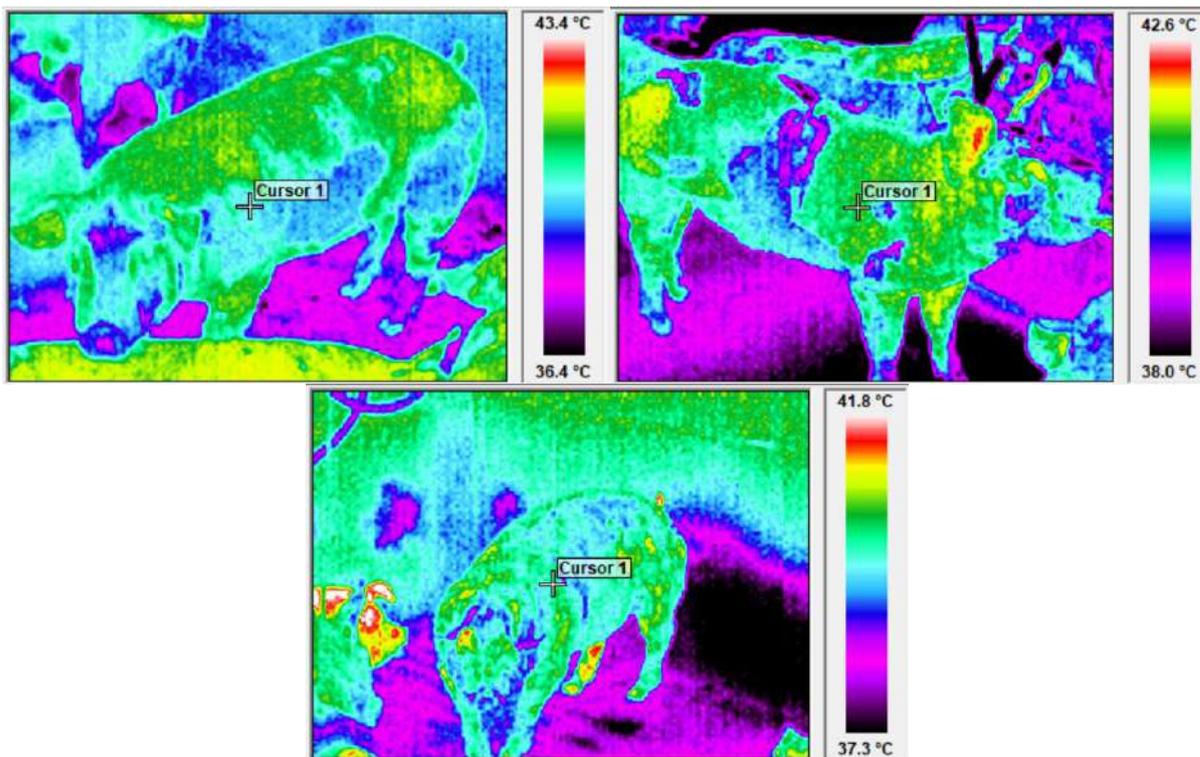


Figura 69 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2B" – 15:00 horas.

Na coleta de dados das 19:00 horas para a pocilga "2B" verificou-se um valor médio para a temperatura do ambiente interno de 29,5°C, com desvio padrão de 1,88°C e coeficiente de variação de 6,36%. Os valores diários da temperatura interna do ambiente da pocilga confrontados com os valores da temperatura do ambiente externo podem ser observados no gráfico da Figura 70.

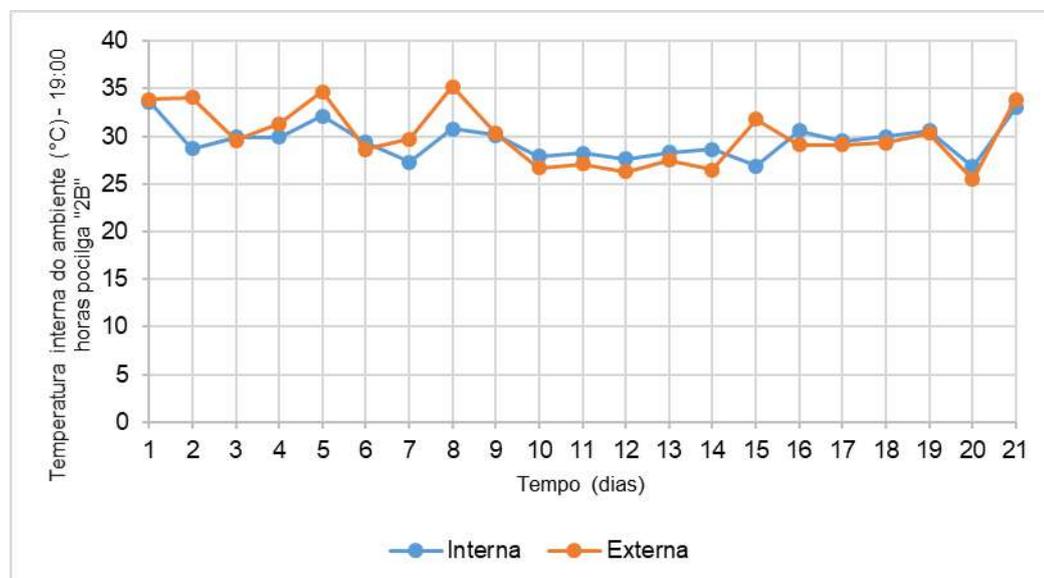


Figura 70 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga "2B".

Nesse período pode-se observar que o valor médio se encontra superior aos recomendados como ótimos e também críticos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Mas, ao longo dos dias, a temperatura do ambiente interno manteve-se inferior a temperatura do ambiente externo em 43% do período, tendo como maior redução o valor de 5,4°C.

Em nenhum dos dias de observação o valor da temperatura do ambiente interno esteve de acordo com os padrões de conforto térmico definidos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), porém em 10% do período esteve dentro dos limites críticos de temperatura recomendados Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

A umidade relativa do ar do ambiente interno para o horário das 19:00 hora teve um valor médio observado de 66%, com um desvio padrão de 12,43% e um coeficiente de variação de 18,7%. Os dados ainda indicam que em 71% dos dias observados a umidade relativa do ar no ambiente interno permaneceu maior que o valor observado para o ambiente externo. No gráfico da Figura 71 pode-se observar os valores da umidade relativa do ar para o ambiente interno da pocilga, comparados com os dados coletados para o ambiente externo.

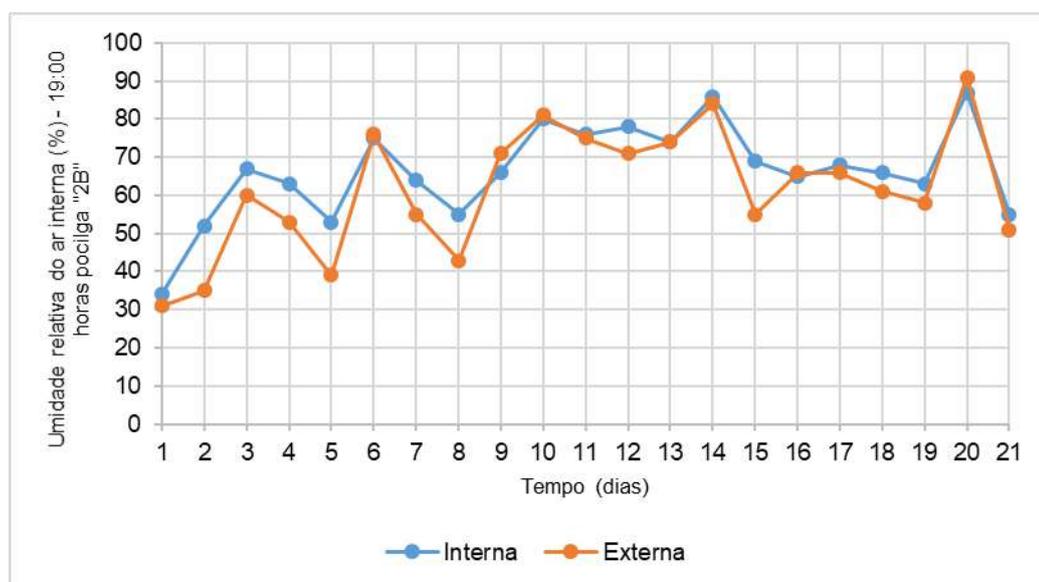


Figura 71 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga "2B".

Vale destacar que o valor médio da umidade relativa do ar para o ambiente interno esteve fora dos padrões de conforto térmico definidos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), mas dentro dos limites críticos defendidos pelo mesmo

autor. Entretanto em 5% dos dias do período de coleta a umidade relativa do ar no ambiente interno excedeu o limite crítico inferior referenciado pelos mesmos autores.

Ainda assim, levando-se em consideração os valores de conforto para a umidade relativa do ar do ambiente definidos por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), verifica-se que o valor médio identificado atende as recomendações. Mas os valores tidos como intervalo para o conforto térmico foram respeitados em 62% dos dias de pesquisa.

As termografias (Figura 72) dos suínos para a pocilga “2B” no horário das 19:00 horas apresentam os valores médios de temperatura da superfície corporal para temperatura de nuca, paleta e pernil, respectivamente, 38,5°C, 39,3°C e 38,7°C. Esses valores médios identificados são superiores aqueles observados por Manno *et al.*, (2005) em suínos em um ambiente de conforto térmico, nesse caso verifica-se então que os suínos da pocilga nesse horário estão sujeitos ao *stress* térmicos, situação essa que reduz o desempenho dos animais em relação ao ganho de peso (COLLIN *et al.*, 2001; KERR *et al.*, 2003).

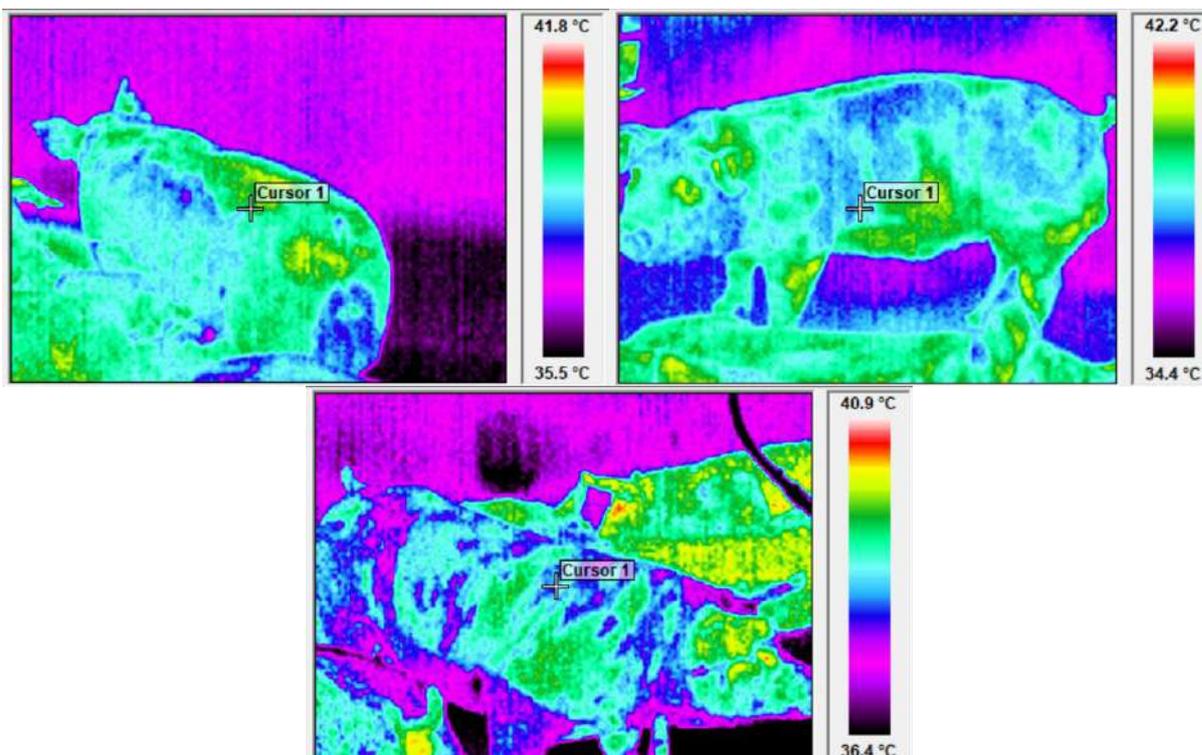


Figura 72 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "2B" – 19:00 horas.

Nas imagens das termografias ainda é possível observar regiões do corpo dos suínos em que a temperatura é menor que nos demais pontos, essa situação é justificada pelo acionamento do sistema de gotejamento, que é feita pelos produtores

ao longo do dia, acelerando a perda de calor corporal do animal para o ambiente (JUSTINO, 2012).

Na pocilga “2B” pode-se observar que ao longo dos dias de pesquisa a temperatura interna do ambiente manteve-se fora dos padrões de conforto térmico referenciados pelos autores já citados. Para análise de um panorama geral pode-se verificar os valores médios da temperatura do ambiente interno e também umidade relativa do ar do ambiente interno comparadas com os valores médios identificados para o ambiente externo no gráfico da Figura 73.

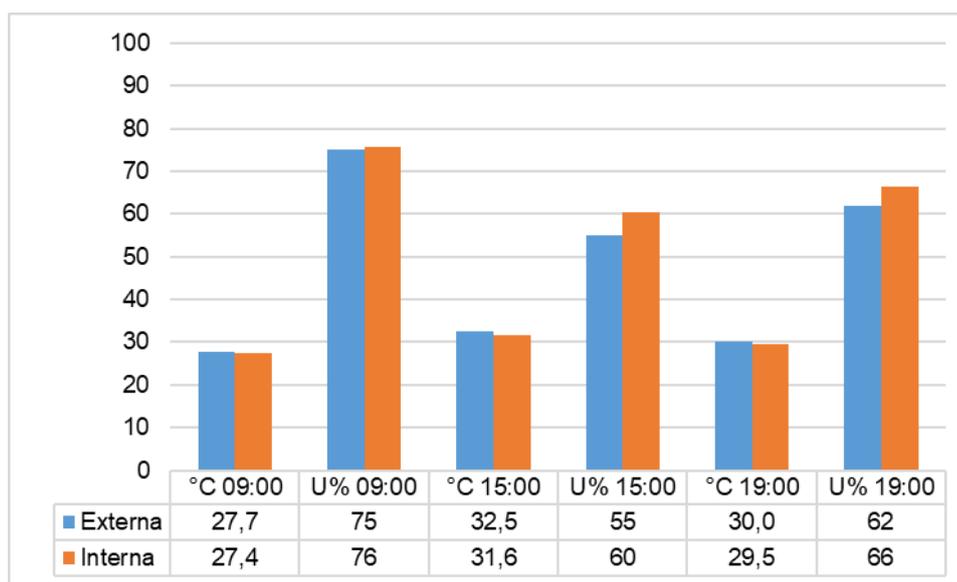


Figura 73 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "2B".

Os dados resumidos permitem destacar que o valor médio da temperatura do ambiente interno da pocilga “2B” permaneceu inferior ao valor médio da temperatura do ambiente externo nos três horários observados, entretanto ultrapassa o limite de temperatura crítica superior relatado pelos autores Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Sendo assim, pode-se caracterizar que o ambiente da pocilga causa nos suínos um *stress* térmico.

Quando se analisa a umidade relativa do ar do ambiente interno percebe-se que o valor médio observado na pocilga permanece superior as médias para os horários no ambiente externo. Esses valores médios da umidade relativa da pocilga indicam um ambiente em conforto nesse quesito (SILVA, 1999 *apud* CAMPOS, 2009). Vale destacar ainda que os valores médios da umidade relativa do ar do ambiente está fora do valor considerado com ótimo por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), embora não ultrapasse os limites críticos definidos pelos autores.

Também pode-se observar o resumo dos dados de temperatura corporal dos suínos para a pocilga “2B”, os valores médios comparados com os observados por Manno *et al.* (2005) em animais em ambiente com conforto térmico podem ser observados no gráfico da Figura 74.

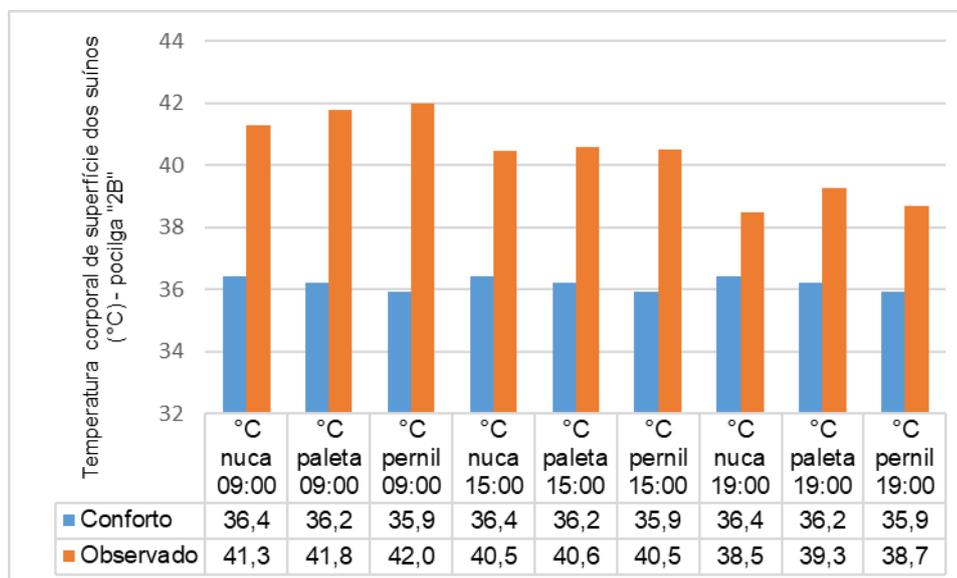


Figura 74- Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO *et al.*, 2006) x valores observados na pesquisa para a pocilga “2B”.

No gráfico comparativo (Figura 74), pode-se verificar que em todos os horários do dia a temperatura corporal superficial dos suínos foi superior aquelas observadas em suínos localizados em um ambiente com conforto térmico, essa situação evidencia que embora a estrutura da pocilga tenha mantido a temperatura do ambiente interno inferior a temperatura do ambiente externo, o ambiente ainda pode ter gerado *stress* térmicos aos animais.

Em relação a localização observou-se na Figura 63 que o distanciamento entre as pocilgas “1B” e “2B” não atende ao recomendado (EMBRAPA, 2018; CARVALHO, 2009), situação que se repete em relação ao posicionamento geográfico da estrutura, essas condições favorecem a geração de um ambiente termicamente negativo para o desenvolvimento dos animais (BARBOSA, *et al.*, 2004).

#### 4.2.2.3 Pocilga “3B”

A pocilga “3B” também localizada na propriedade “B” possui uma forma de construção diferente conforme descrito no item da metodologia. Os equipamentos de medição da temperatura e umidade relativa do ar instalados na pocilga possibilitaram

a coleta dos dados de temperatura do ambiente no período das 09:00, os quais são apresentados no gráfico da Figura 75, confrontados com os valores de temperatura do ambiente externo.

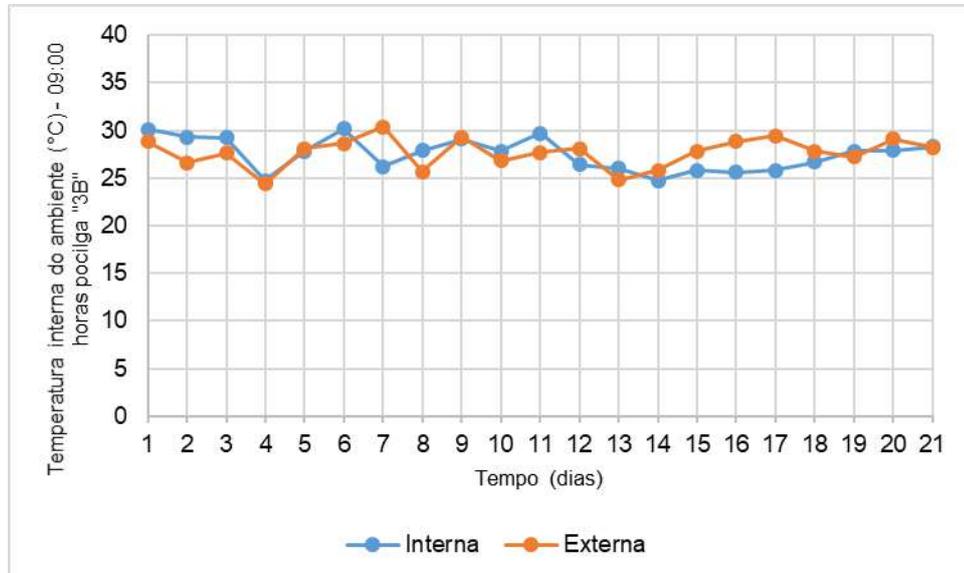


Figura 75 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga “3B”.

Nesse horário foi observado uma temperatura média do ambiente interno de 27,5°C, com um desvio padrão de 1,73°C e um coeficiente de variação de 6,29%. O valor da temperatura do ambiente interno permaneceu inferior a temperatura externa em 48% dos dias do período da pesquisa, sendo a maior diferença registrada igual a 4,2°C.

Considerando o valor médio da temperatura do ambiente interno, este permaneceu fora dos padrões de conforto definidos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

Quando analisados dos valores diários da temperatura interna do ambiente observa-se que em 29% do período a temperatura permaneceu inferior ao limite crítico superior definido por Perdormo *et al.* (1985). Entretanto, considerando o limite crítico superior definido por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) a temperatura permaneceu inferior ao valor crítico em 43% dos dias do período observado.

A umidade relativa do ar do ambiente interno comparada com o valor do ambiente externo pode ser observada no gráfico da Figura 76. Nesse levantamento foi observado que a umidade relativa média do ambiente interno foi de 72%, com desvio padrão de 8,94% e coeficiente de variação de 12,48%.

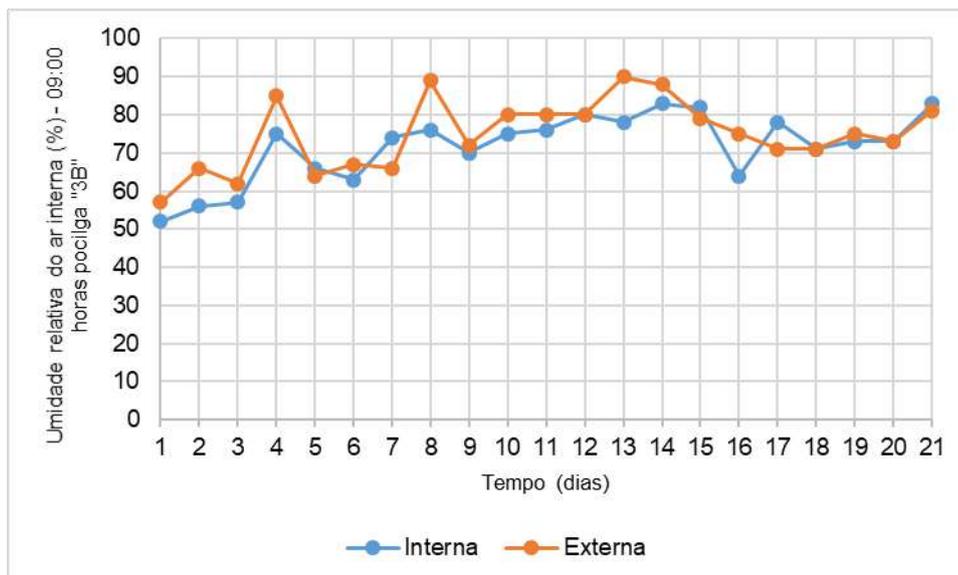


Figura 76 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "3B".

Nesse período, em 62% dos dias a umidade relativa do ar do ambiente interno permaneceu inferior àquela observada para o ambiente externo. Considerando o valor médio pode-se que este encontra-se fora dos padrões de conforto definidos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Por outro lado, está dentro dos limites críticos defendidos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004).

Analisando dos valores diários de umidade relativa do ar no ambiente interno, observou-se que em 33% dos dias do período da pesquisa o valor indicado permaneceu dentro do intervalo de conforto térmico referenciado por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

Nesse horário ainda é possível analisar a temperatura corporal superficial dos suínos através das termografias da Figura 77. Com isso, os valores médios da temperatura observada para nuca, paleta e pernil, são, respectivamente, 40,9°C, 40,8°C e 40,7°C. Conforme os dados levantados por Manno *et al.* (2005), verifica-se que as temperaturas corporais observadas estão acima dos valores que podem ser considerados como normais para suínos expostos a ambientes em conforto térmico. Nesse sentido, pode-se considerar que os suínos estavam expostos a um ambiente de *stress* térmico e sujeitos aos efeitos de tal.

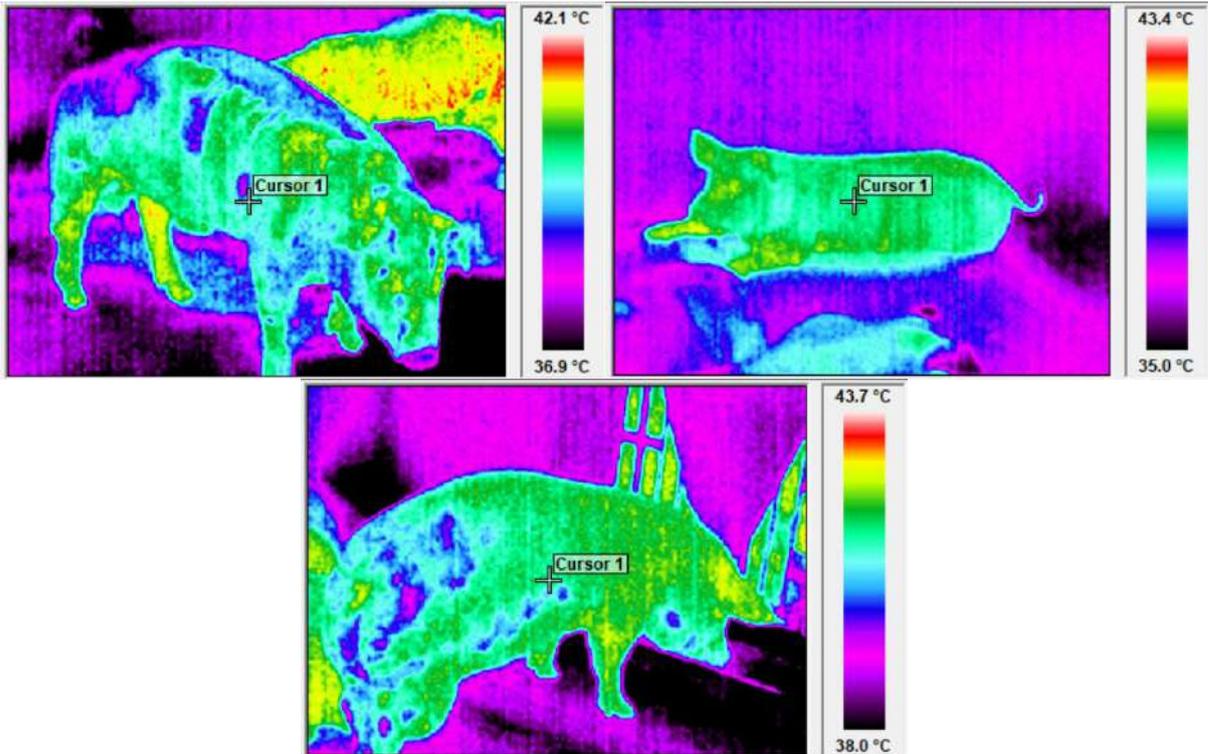


Figura 77 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "3B" – 09:00 horas.

Em relação a temperatura do ambiente interno observada para o período das 15:00 horas, obteve-se um valor médio de 32,2°C, com um desvio padrão de 3,46°C e um coeficiente de variação de 10,75%. A comparação dos valores diários de temperatura interna do ambiente da pocilga com os valores externos pode ser observada no gráfico da Figura 78.

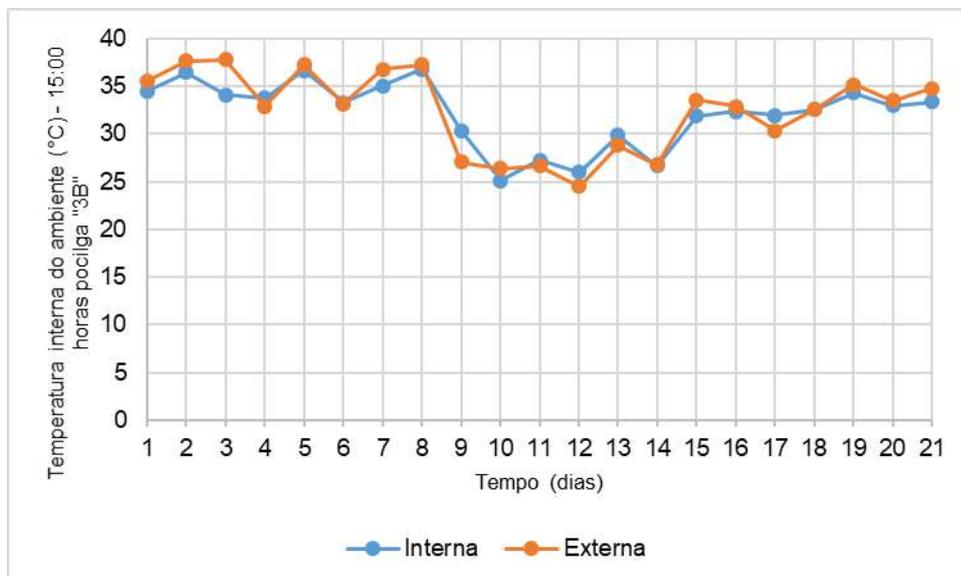


Figura 78 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "3B".

Nesse horário pode-se verificar que o valor médio observado se encontra superior aos índices considerados de conforto térmico por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), incluindo os limites críticos definidos pelos mesmos autores. Por outro lado, pode-se observar que em 62% dos dias do período analisado a temperatura interna do ambiente manteve-se inferior a temperatura externa, com a maior redução de temperatura igual a 3,7°C.

Quando os valores diários de temperatura interna da pocilga são avaliados, percebe-se que em 10% dos dias a temperatura manteve-se dentro dos limites críticos considerados por Perdormo *et al.* (1985). Por outro lado, em 14% dos dias a temperatura manteve-se dentro dos limites definidos como críticos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

A umidade relativa do ar na região interna da pocilga “3B” comparada com o valor registrado para o ambiente externo pode ser observada no gráfico da Figura 79. A análise do gráfico evidencia que em 62% dos dias do período analisado a umidade relativa do ambiente interno permaneceu superior àquela observada para o ambiente externo à pocilga.

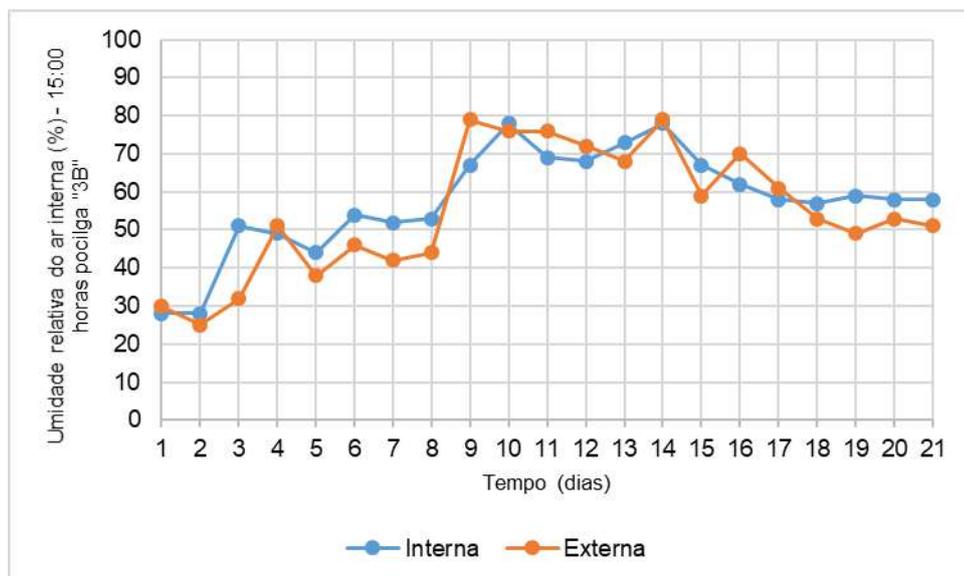


Figura 79 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga “3B”.

Nesse período observou-se que o valor médio da umidade relativa do ar no ambiente interno foi de 58%, com desvio padrão de 13,46% e coeficiente de variação de 23,35%. Esse valor médio de umidade relativa do ar está dentro dos limites considerados como de conforto para Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Entretanto, o

valor médio identificado não condiz com a recomendação de Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), embora esteja dentro dos limites considerados pelos autores de valores críticos.

Analisado os valores diários, observa-se que em 67% dos dias a umidade relativa do ar do ambiente interno esteve conforme o intervalo de conforto defendido por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Por outro lado, em 10% dos dias verificou-se que a umidade relativa do ar no ambiente interno ultrapassou os limites considerados como críticos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004).

Nesse horário ainda foram observadas as termografias (Figura 80) para a verificação da temperatura corporal superficial dos suínos, e pode-se constatar um valor médio de 44,3°C para a temperatura de nuca, 44,5°C para temperatura de paleta e 44,5°C para temperatura de pernil. Esses valores indicam que a temperatura corporal dos suínos excedeu os limites considerados para animais em conforto térmico por Manno *et al.*, (2005), caracterizando o ambiente como de *stress* térmico.

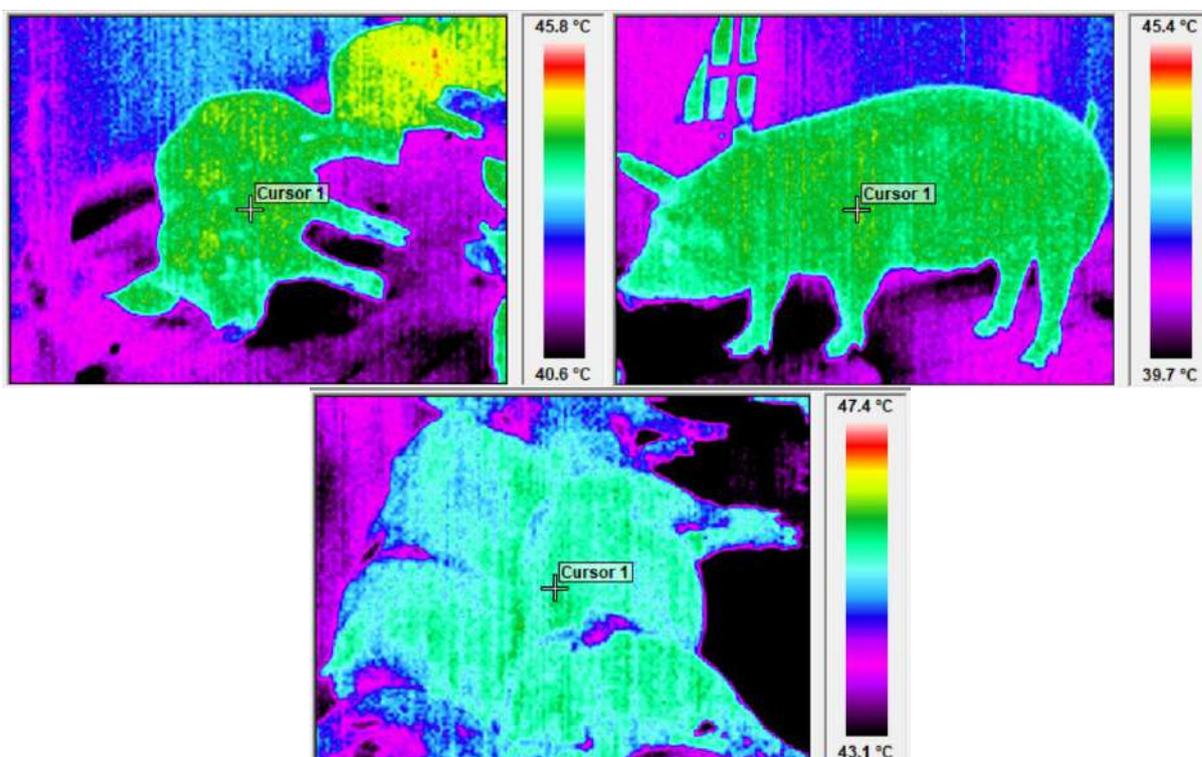


Figura 80 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "3B" – 15:00 horas.

No período das 19:00 horas a temperatura média interna observada na pocilga foi de 30,0°C, com um desvio padrão de 2,07°C e um coeficiente de variação de 6,89%. Nesse horário durante o período da pesquisa constatou-se que em 43% dos dias a temperatura do ambiente interno foi inferior à do ambiente externo, tendo

registrado uma redução de 3,2°C como maior diferença, como pode-se observar no gráfico da Figura 81.

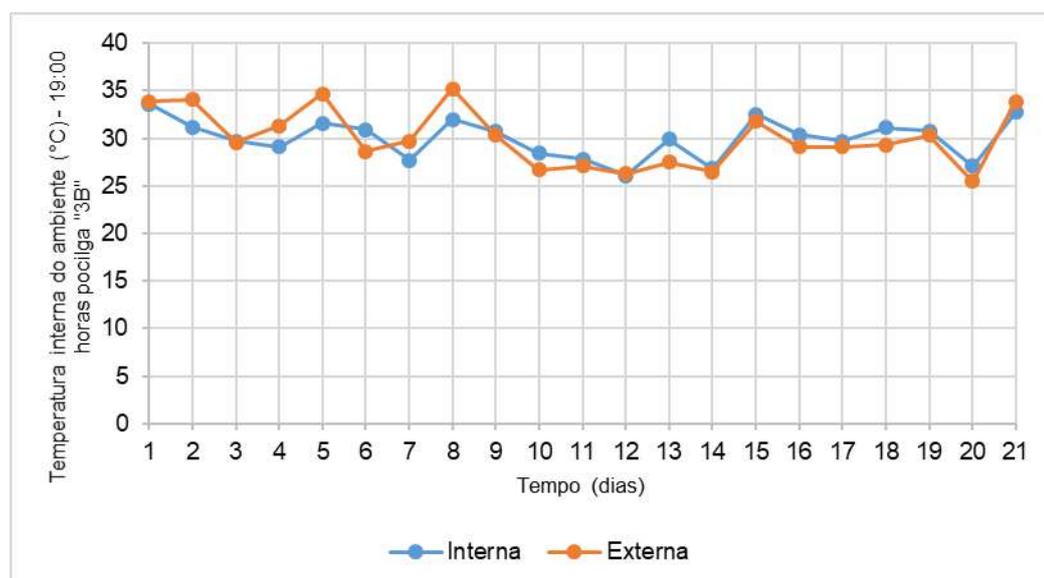


Figura 81 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga "3B".

O valor médio da temperatura interna do ambiente interno da pocilga observada para esse horário está acima dos limites considerados como ótimos para um ambiente em situação de conforto por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Assim como encontra-se fora dos limites considerados como críticos pelos mesmos autores.

Quando analisados os valores diários pode-se inferir que em nenhum dos dias o valor da temperatura interna esteve dentro dos limites considerados como críticos por Perdormo *et al.* (1985). Entretanto, para Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) em 14% dos dias a temperatura interna não ultrapassou os limites considerados como críticos.

Em relação a umidade relativa do ar para o ambiente interno observou-se um valor médio de 60%, com um desvio padrão de 11,21%, como um coeficiente de variação de 18,54%. Esse valor médio encontra-se fora daquele considerado como ótimo por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), porém não excede os limites críticos definidos pelos mesmos autores. Por outro lado, quando considerado o intervalo defendido por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) como ótimo, o valor médio identificado para a pocilga "3B" está de acordo.

Verificou-se ainda que em 38% dos dias do período de observação a umidade relativa do ambiente interno permaneceu superior ao valor registrado para o ambiente

externo, como pode-se constatar no gráfico da Figura 82.

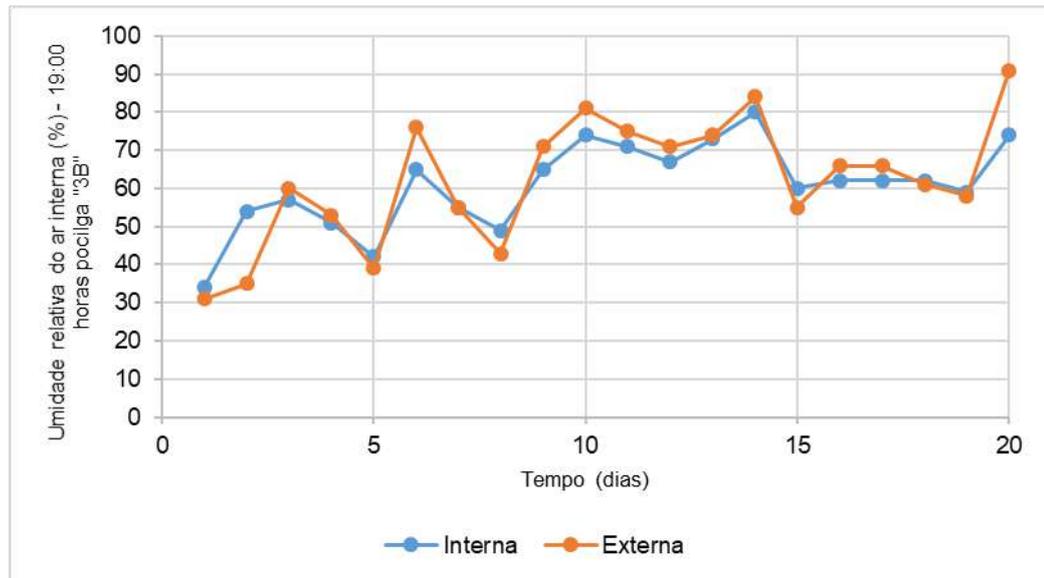


Figura 82 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga "3B".

As termografias dos suínos para o horário das 19:00 na pocilga "3B" podem ser observadas na Figura 83.

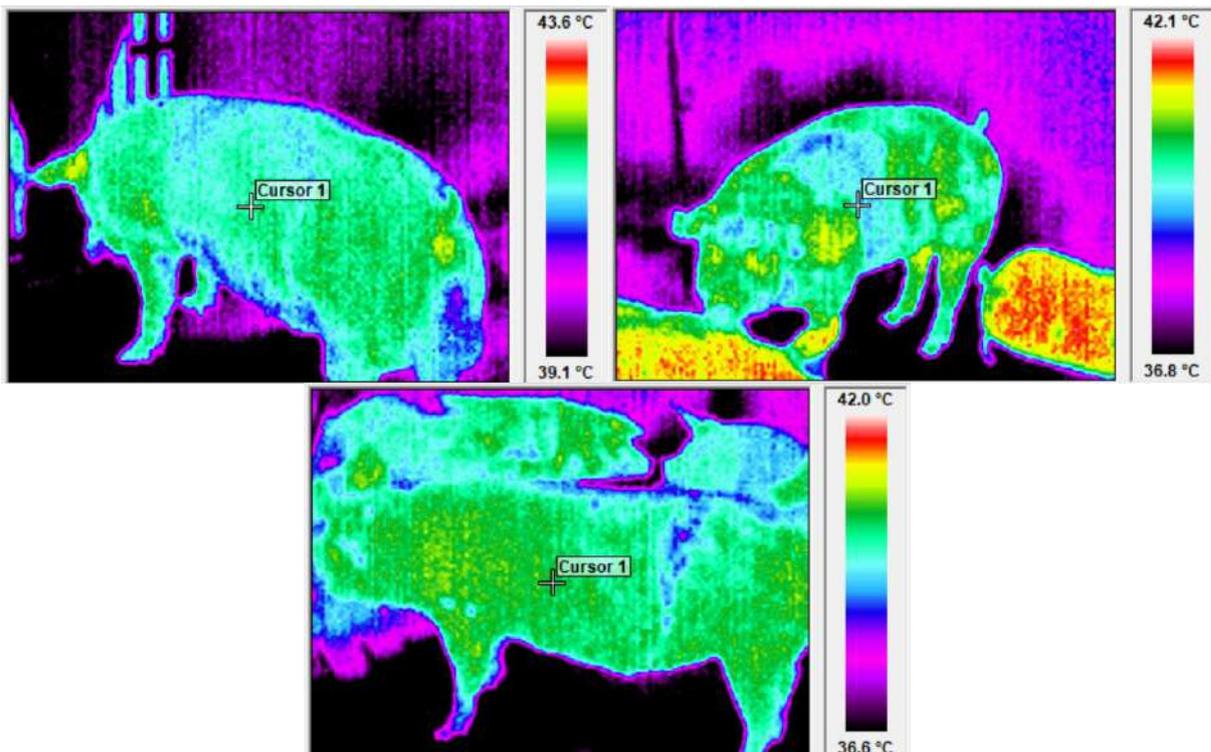


Figura 83 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "3B" – 19:00 horas.

A análise das termografias indica que os valores médios da temperatura corporal superficial observada para nuca foi de 40,6°C, para paleta de 41,1°C e para

pernil de 40,6°C. Esses valores mostram-se superiores aqueles encontrados em suínos sujeitos a um ambiente de conforto térmico (MANNO *et al.*, 2005), o que enfatiza o *stress* térmico causado aos suínos pelo ambiente.

Em resumo observa-se no gráfico da Figura 84 os valores médios da temperatura e umidade relativa do ar do ambiente interno em comparação com os valores do ambiente externo.

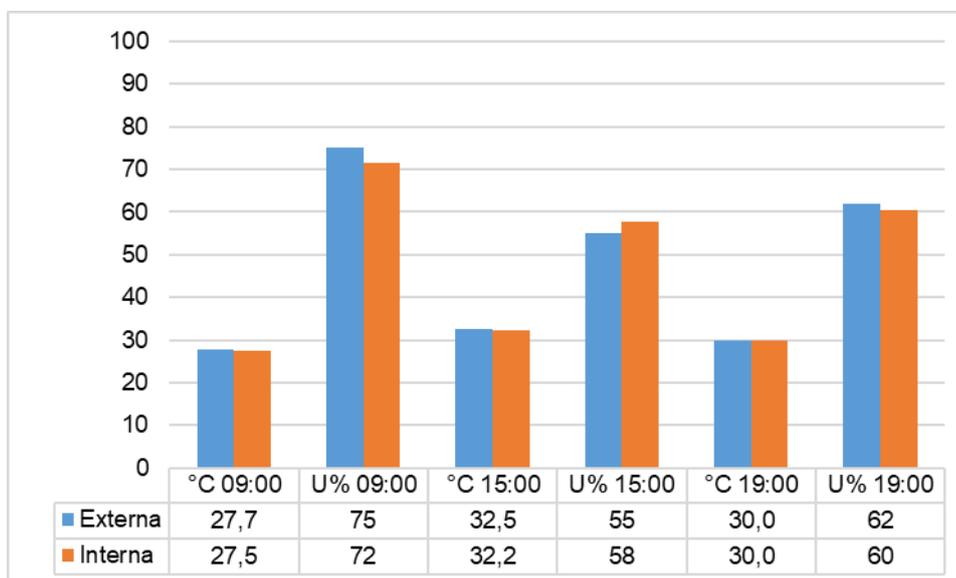


Figura 84 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "3B".

Comparando-se os valores médios é possível destacar que a temperatura interna da pocilga se manteve inferior a temperatura do ambiente externo nos dois primeiros horários observados. Nesse ponto ainda pode-se dizer que em nenhum dos horários a temperatura média do ambiente esteve dentro dos padrões considerados por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) como ótimos para conforto térmico.

Em relação a umidade relativa do ar média do ambiente interno observa-se que no período da manhã e da noite manteve-se inferior ao observado no ambiente externo, sendo que a situação contrária ocorreu no período da tarde. Considerando os limites de conforto estabelecidos por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), verifica-se que são atendidos, assim como os valores críticos estimados por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004).

O gráfico da Figura 85 resume os valores médios de temperatura superficial corporal para os suínos da pocilga "3B" contrastados com os valores de conforto térmico definidos por Manno *et al.* (2005).

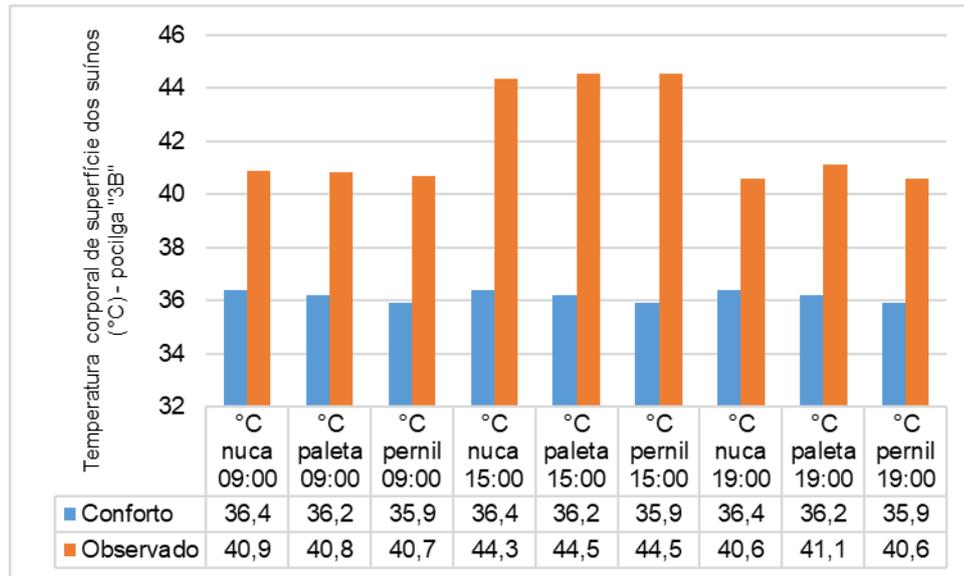


Figura 85 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO et al., 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga "3B".

Nessa comparação é possível destacar que em nenhum dos horários de observação a temperatura corporal dos suínos esteve dentro dos limites de conforto térmico definidos pelo autor citado anteriormente. Essa situação evidencia o ambiente em *stress* térmico, o qual favorece negativamente o desenvolvimento do suíno, o ganho de peso e a qualidade de vida do animal (ORLANDO *et al.*, 2001; KERR *et al.*, 2003; MANNO *et al.*, 2005).

Em relação aos aspectos da construção, observa-se que o posicionamento geográfico está ligeiramente em desconformidade com o recomendado por EMBRAPA (2018) e Carvalho (2009), como observa-se na Figura 86.



Figura 86 - Orientação geográfica da pocilga "3B".

Essa situação em conjunto com a falta de arborização causa a exposição dos suínos a irradiação solar direta em parte do dia, aumentando assim a temperatura corporal do animal e agravando a situação frágil de conforto observada para a estrutura da pocilga “3B”.

#### 4.2.3 Avaliação dos parâmetros de conforto térmico nas pocilgas da propriedade “C”

Na propriedade “C” existe uma pocilga construída conforme a caracterização da amostra. Os equipamentos foram instalados na pocilga e permitiram a coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar.

##### 4.2.3.1 Pocilga “1C”

Na pocilga “1C” a temperatura diária do ambiente interno permaneceu inferior a temperatura do ambiente externo por 57% dos dias do período da pesquisa, com a maior redução de 3,8°C, conforme pode-se observar no gráfico da Figura 87.

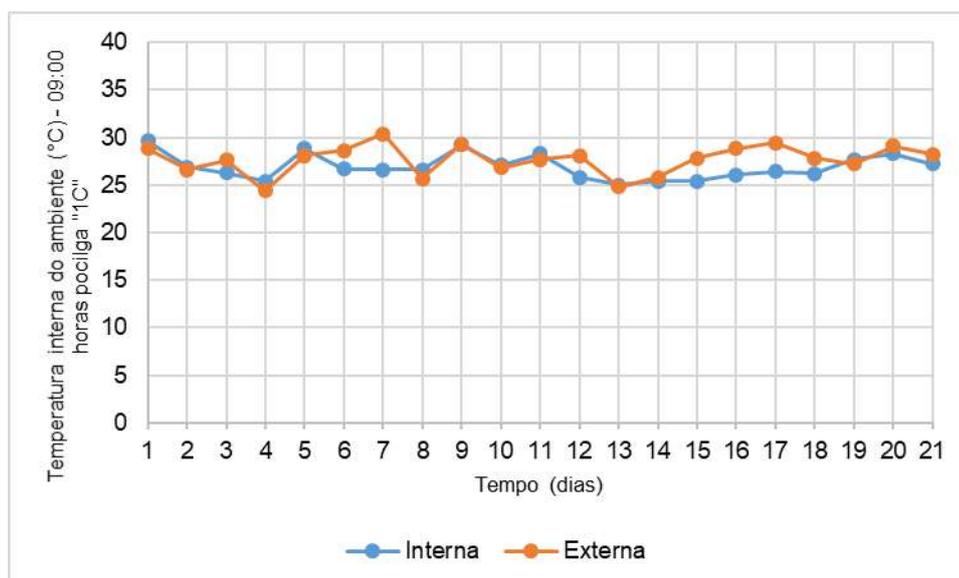


Figura 87 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 09:00 na pocilga “1C”.

A temperatura média observada para o interior da pocilga foi de 26,9°C, com um desvio padrão de 1,31°C e um coeficiente de variação de 4,88%. Esse valor médio da temperatura interna está superior aos limites considerados como temperatura de conforto para Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004)

e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Entretanto, considerando os limites críticos definidos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), verifica-se que o valor médio da temperatura não excedeu esses limites.

O valor diário da temperatura interna do ambiente da pocilga em nenhum dos dias permaneceu dentro do intervalo de conforto térmico considerado por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Por outro lado, a temperatura interna da pocilga esteve dentro dos limites críticos definidos por Perdormo *et al.* (1985) durante 24% do período, ao passo que se considerados os limites críticos defendidos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), o valor diário da temperatura esteve dentro dos limites críticos em 62% do período.

Ao analisar-se a umidade relativa do ar na parte interna da pocilga, verifica-se que em 43% dos dias o valor observado encontra-se superior aqueles coletados para a área externa, conforme contata o gráfico da Figura 88.

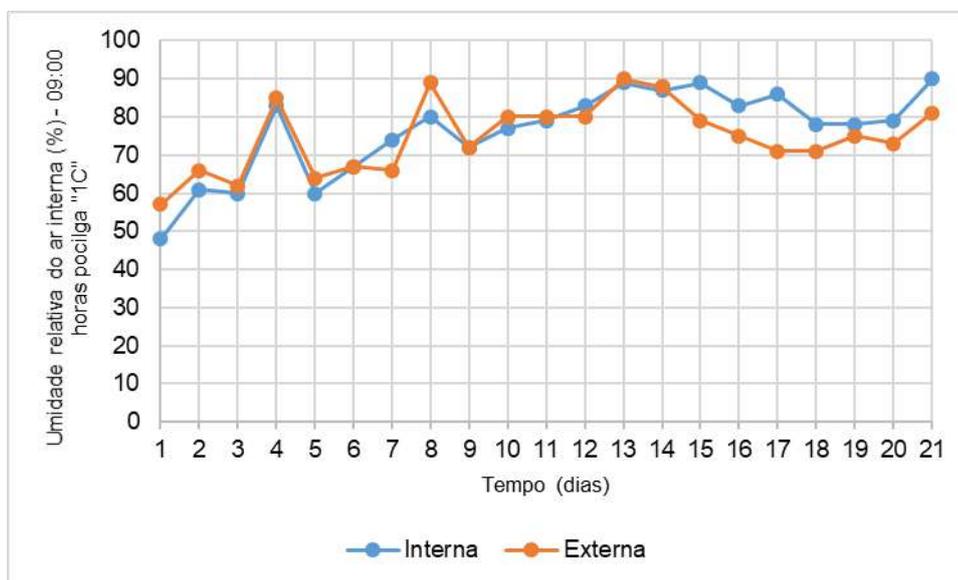


Figura 88 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 09:00 horas na pocilga "1C".

O valor médio da umidade relativa do ar no ambiente externo foi de 76%, com desvio padrão de 11,32% e coeficiente de variação de 14,83%. Esse valor médio identificado está fora dos valores considerados de conforto por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Entretanto, não excede os limites críticos referenciados por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004).

As termografias dos suínos para o horário das 09:00 na pocilga "1C" podem ser observadas na Figura 89.

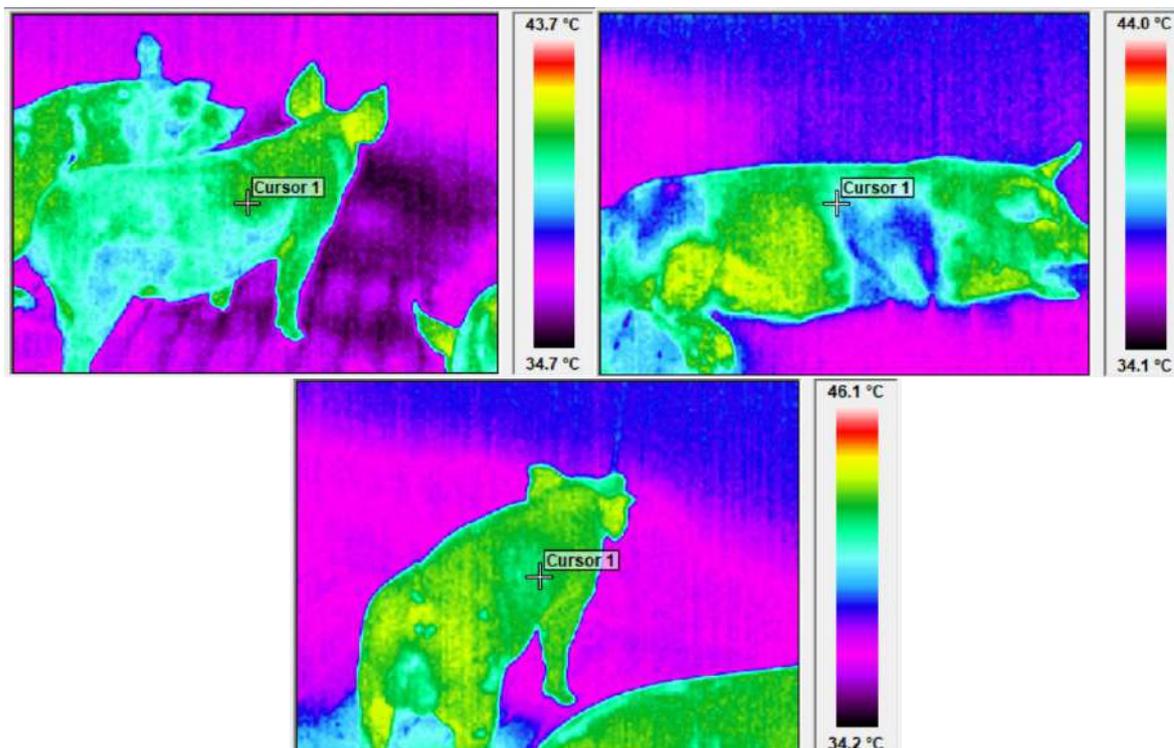


Figura 89 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1C" – 09:00 horas.

Nas termografias da Figura 89, pode-se observar uma temperatura média de nuca de 41,5°C, de paleta de 41,3°C e de pernil de 40,8°C. Esses valores identificados estão acima das temperaturas encontrados por Manno *et al.* (2005) para suínos expostos a um ambiente de conforto térmico, evidencia o stress térmico presente no desenvolvimento dos animais.

No horário das 15:00 pode-se verificar que a temperatura interna do ambiente da pocilga esteve abaixo da temperatura do ambiente externo em 76% do período da pesquisa, como pode ser observado no gráfico da Figura 90. O valor de maior redução da temperatura interna verificado foi de 2,7°C.

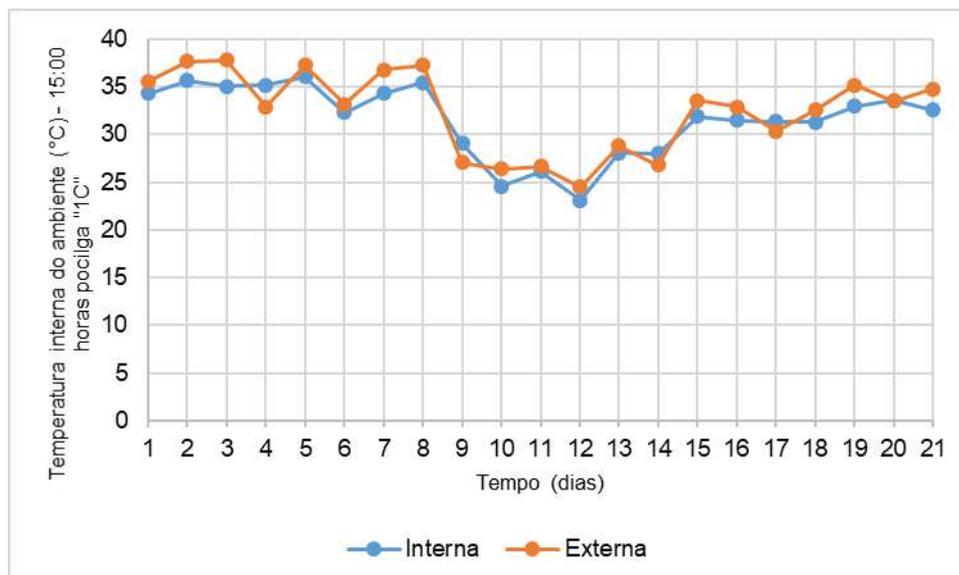


Figura 90 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 15:00 na pocilga "1C".

Nesse período verificou-se que a temperatura média do ambiente interno foi de 31,6°C, com um desvio padrão de 3,76°C e um coeficiente de variação de 11,91%. O valor médio observado da temperatura ambiente encontra-se superior aos intervalos de conforto térmico e também aos limites críticos definidos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009).

Quando comparados os valores diários pode-se verificar que em nenhum dos dias a temperatura interna do ambiente no horário das 15:00 horas esteve conforme o intervalo de conforto recomendado por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Porém em 14% dos dias observados, a temperatura interna do ambiente esteve dentro dos limites críticos definidos pelos mesmos autores.

Em relação a umidade relativa do ar do ambiente interno pode-se verificar no gráfico da Figura 91, que o valor observado se encontrou superior a umidade relativa do ambiente externo em 76% dos dias do período da pesquisa.

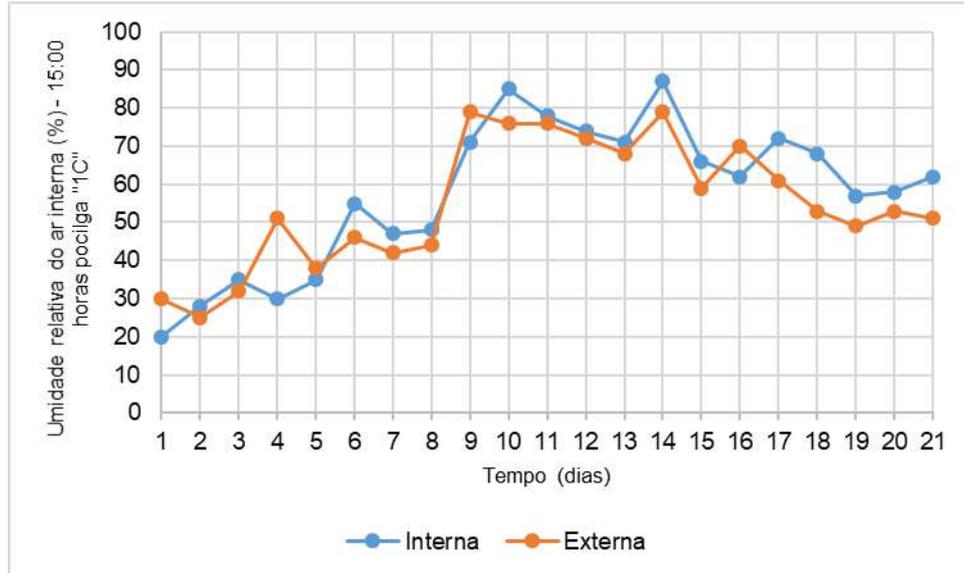


Figura 91 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 15:00 horas na pocilga "1C".

O valor médio observado para a umidade relativa do ar do ambiente interno foi de 58%, com um desvio padrão de 19,20% e um coeficiente de variação de 33,34%. O valor médio da umidade relativa do ar do ambiente interno indica uma situação de conforto em relação aos padrões definidos por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Por outro lado, o valor médio da umidade relativa do ar observado para o ambiente interno não atende ao valor ótimo referenciado por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), embora não exceda os limites críticos defendidos pelos mesmos autores.

Em relação as termografias que podem ser observadas na Figura 92, verificou-se uma temperatura média de nuca igual a 41,7°C, de paleta igual a 42°C e de pernil igual a 41,4°C. Esses valores comparados aos encontrados por Manno *et al.*, (2005) para suínos em ambiente de conforto térmico, reforçam a ideia de que a pocilga é um ambiente de *stress* térmico para o animal.

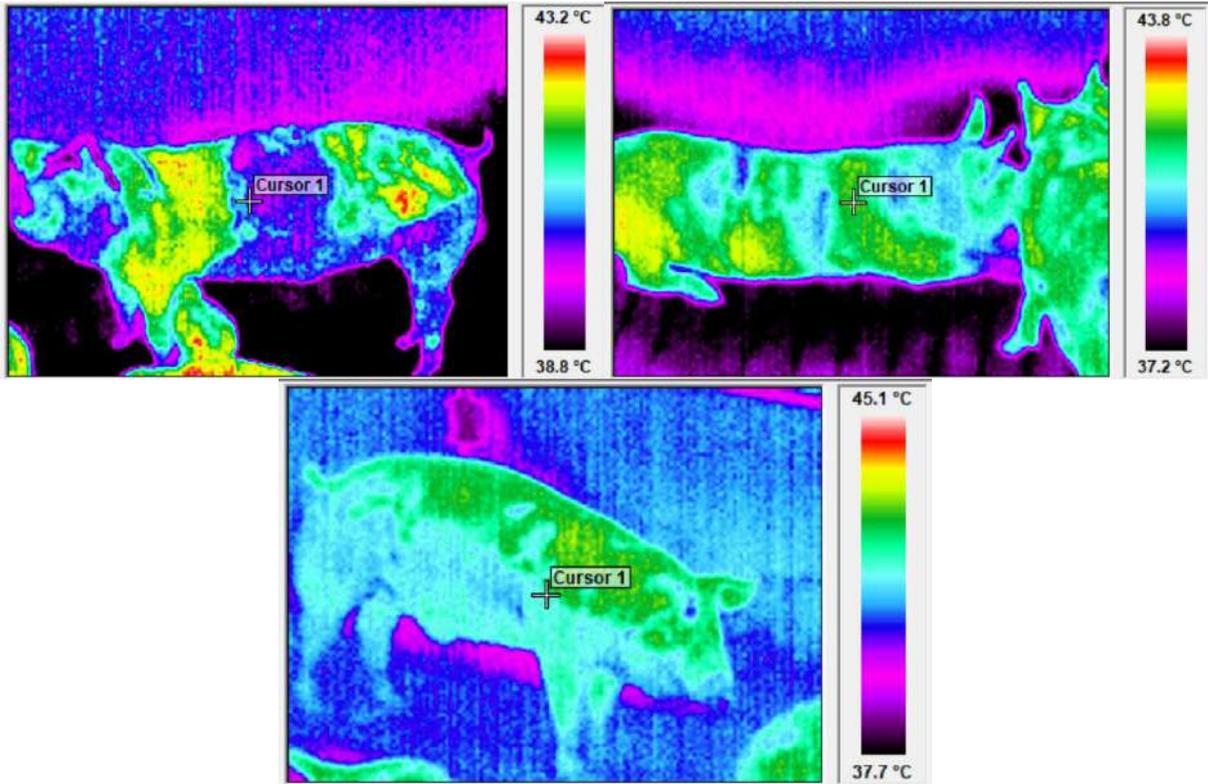


Figura 92 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1C" – 15:00 horas.

No horário das 19:00 horas a temperatura do ambiente interno observados foi inferior a temperatura do ambiente externo em 52% do período de coleta, com uma máxima diferença de 6,4°C. Os valores diários da temperatura do ambiente interno da pocilga "1C" para o horário das 19:00 horas podem ser verificados no gráfico da Figura 93.

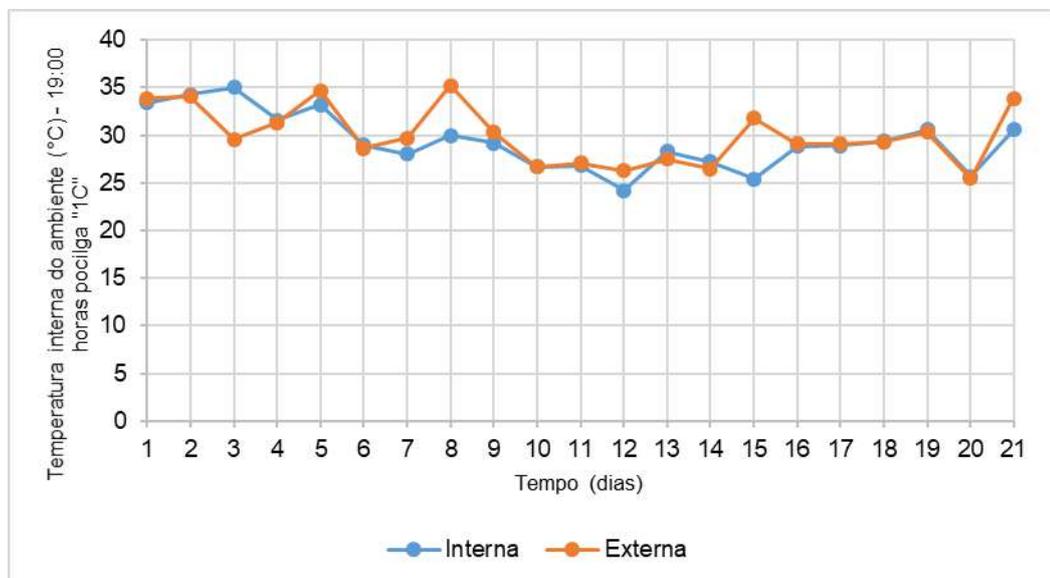


Figura 93 - Temperatura interna x temperatura externa do ambiente às 19:00 na pocilga "1C".

O valor médio da temperatura interna da pocilga observado foi de 29,3°C, com um desvio padrão de 2,94°C e um coeficiente de variação igual a 10,03%. O valor médio observado está acima dos limites considerados para um ambiente de conforto definidos por Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), evidenciando o *stress* térmico sofrido pelos suínos.

Quando comparados os valores diários, verifica-se que em 14% dos dias a temperatura interna do ambiente não excedeu os limites críticos de temperatura definidos por Perdormo *et al.* (1985). Por outro lado, se os valores de limites críticos de Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) forem considerados, verifica-se que em 24% dos dias a temperatura do ambiente interno esteve dentro do intervalo sugerido pelos autores.

Em relação a umidade relativa do ar para o ambiente interno, verificou-se que em 71% dos dias o valor observado esteve maior a umidade relativa do ar no ambiente externo, como pode-se observar no gráfico da Figura 94.

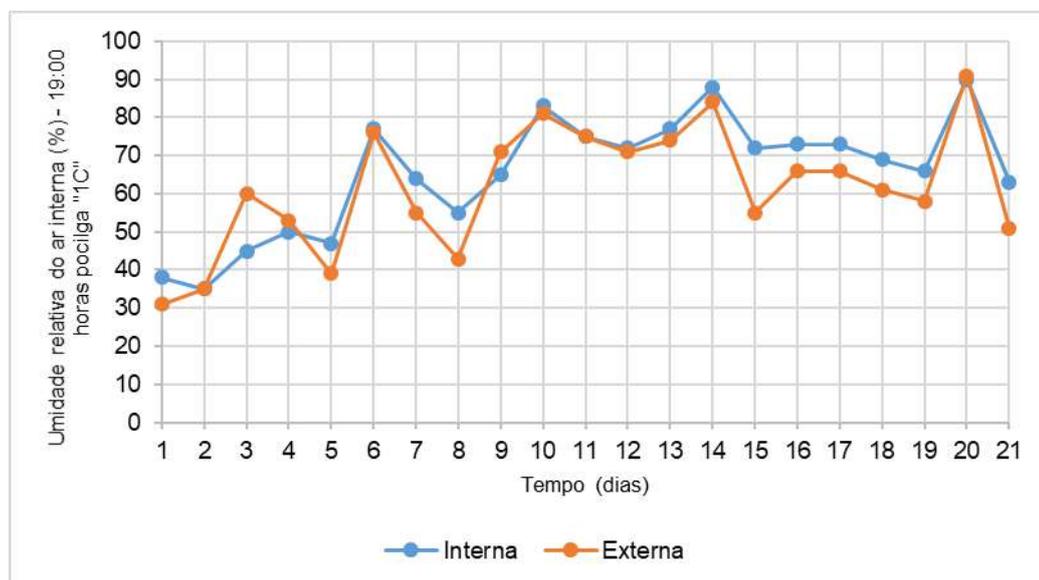


Figura 94 - Umidade relativa do ar interna x umidade relativa do ar externa do ambiente às 19:00 horas na pocilga "1C".

Nesse período, o valor médio da umidade relativa do ar do ambiente interno da pocilga "1C" foi de 66%, com um desvio padrão de 15,47% e um coeficiente de variação de 23,59%. O valor médio observado está dentro do intervalo considerado por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009) como de conforto. Por outro lado, não é o valor ótimo definido por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004), embora não exceda os limites críticos definidos pelos mesmos autores.

As termografias da Figura 95, indicam que a temperatura média de nuca foi de 40,4°C, de paleta igual a 41,3°C e de pernil igual a 40,8°C.

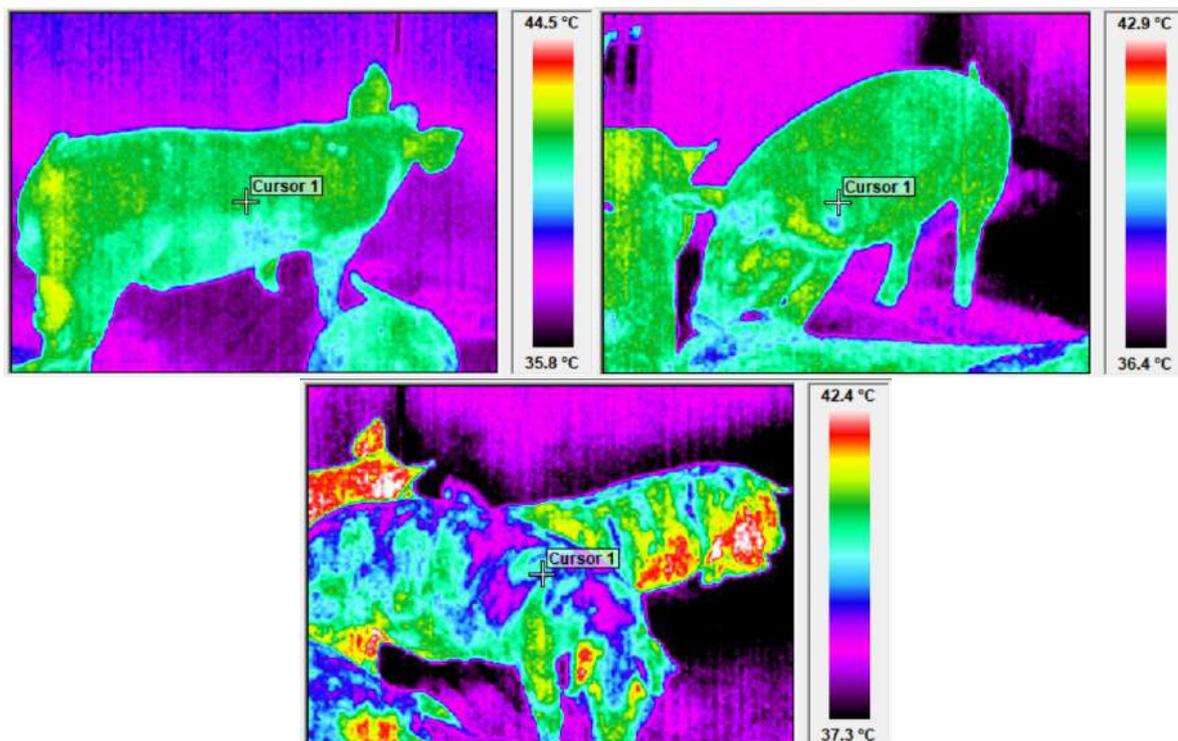


Figura 95 - Termografias dos suínos obtidas na pocilga "1C" – 19:00 horas.

Todos os valores médios observados para a temperatura superficial corporal dos suínos são superiores aquelas definidas por Manno *et al.*, (2006) para suínos expostos a ambientes de conforto térmico. Essa característica evidencia que o ambiente da pocilga causa ao animal um stress térmico, que pode prejudicar negativamente o seu desenvolvimento (ORLANDO *et al.*, 2001; KERR *et al.*, 2003; MANNO *et al.*, 2005).

Em resumo, observa-se no gráfico da Figura 96 a comparação entre os valores médios da temperatura e umidade relativa do ambiente interno em comparação com os valores observados no ambiente externo. Contrastando os valores médios observados, verifica-se que em todos os horários observados a temperatura do ambiente interno manteve-se inferior a temperatura do ambiente externo, ao passo que a umidade relativa do ar do ambiente interno permaneceu superior àquela observada para o ambiente externo.

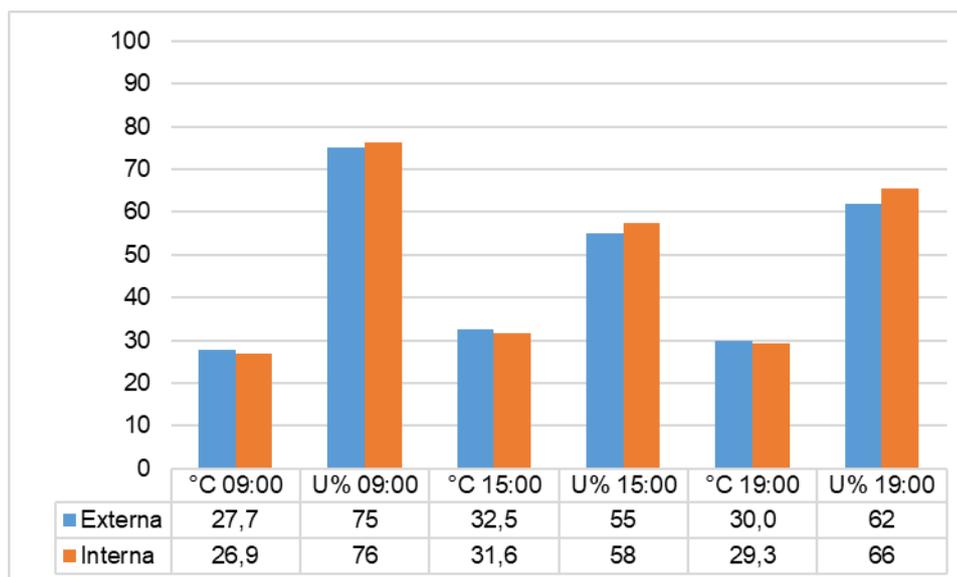


Figura 96 - Comparativo das médias de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar do ambiente para a pocilga "1C".

Embora a temperatura média no ambiente interno tenha permanecido inferior à do ambiente externo, com diferenças não significativas, em nenhum dos horários a temperatura do ambiente pode ser considerada como em estado de conforto segundo *Perdormo et al.* (1985), *Leal e Nããs (1992 apud SAMPAIO et al., 2004)* e *Silva (1999 apud CAMPOS, 2009)*. Entretanto, segundo *Leal e Nããs (1992 apud SAMPAIO et al., 2004)* e *Silva (1999 apud CAMPOS, 2009)*, a temperatura média do ambiente no horário das 09:00 horas, manteve-se inferior a temperatura crítica definida pelos autores.

Em relação a umidade relativa do ar do ambiente interno observa-se que em nenhum dos horários o valor médio atendeu ao valor ótimo definido por *Leal e Nããs (1992 apud SAMPAIO et al., 2004)*, mas não ultrapassou os limites críticos definidos pelos mesmos autores. Por outro lado, os valores médios de umidade relativa do ar estiveram dentro do intervalo considerado como de conforto para *Silva (1999 apud CAMPOS, 2009)*, nos horários das 15:00 e 19:00 horas.

As termografia registradas nos diferentes horários também indicaram que o ambiente da pocilga não é considerado como em conforto térmico, como pode-se observar no gráfico da Figura 97.

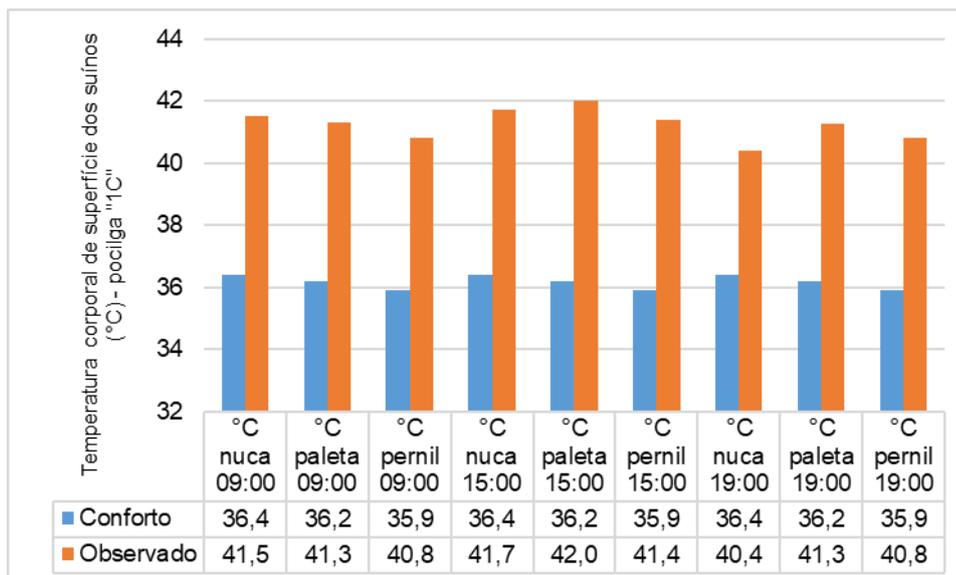


Figura 97 - Valores de temperatura corporal de superfície em suínos em conforto (MANNO et al., 2005) x valores observados na pesquisa para a pocilga "1C".

Nessa comparação entre os valores médios observados para a temperatura corporal superficial dos suínos e os encontrados por Manno *et al.*, (2005), em suínos sujeitos a um ambiente em conforto térmico, evidenciam que o ambiente da pocilga "1C" gera desconforto térmico aos suínos, causando assim efeitos negativos relativos ao desenvolvimento dos mesmos (ORLANDO *et al.*, 2001; KERR *et al.*, 2003; MANNO *et al.*, 2005).

O posicionamento geográfico da pocilga "1C" pode ser observado na Figura 98, onde há a presença de vegetação no entorno da estrutura, sendo a única estrutura da propriedade "1C".

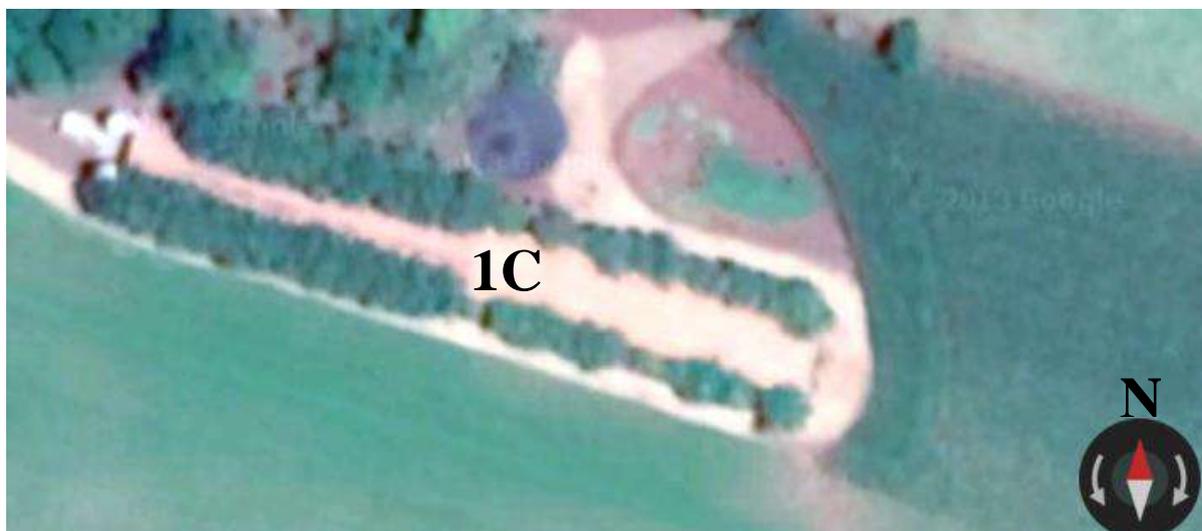


Figura 98 - Orientação geográfica da pocilga "1C".

O que se pode observar é que a orientação do posicionamento geográfico se

encontra diferente do recomendado por EMBRAPA (2018) e Carvalho (2009). Dessa forma, pode ocorrer uma maior radiação direta sobre os suínos, agravando o *stress* térmico do ambiente, embora que essa situação seja minimizada pelo plantio de árvores, como é o caso.

#### 4.2.4 Comparação dos parâmetros de conforto térmicos das pocilgas

Após a análise individual das pocilgas, pode-se ainda fazer um comparativo entre os dados médios de parâmetros de conforto térmico, verificando assim as diferenças gerais em cada horário de coleta de dados, conforme pode-se observar no gráfico da Figura 99.

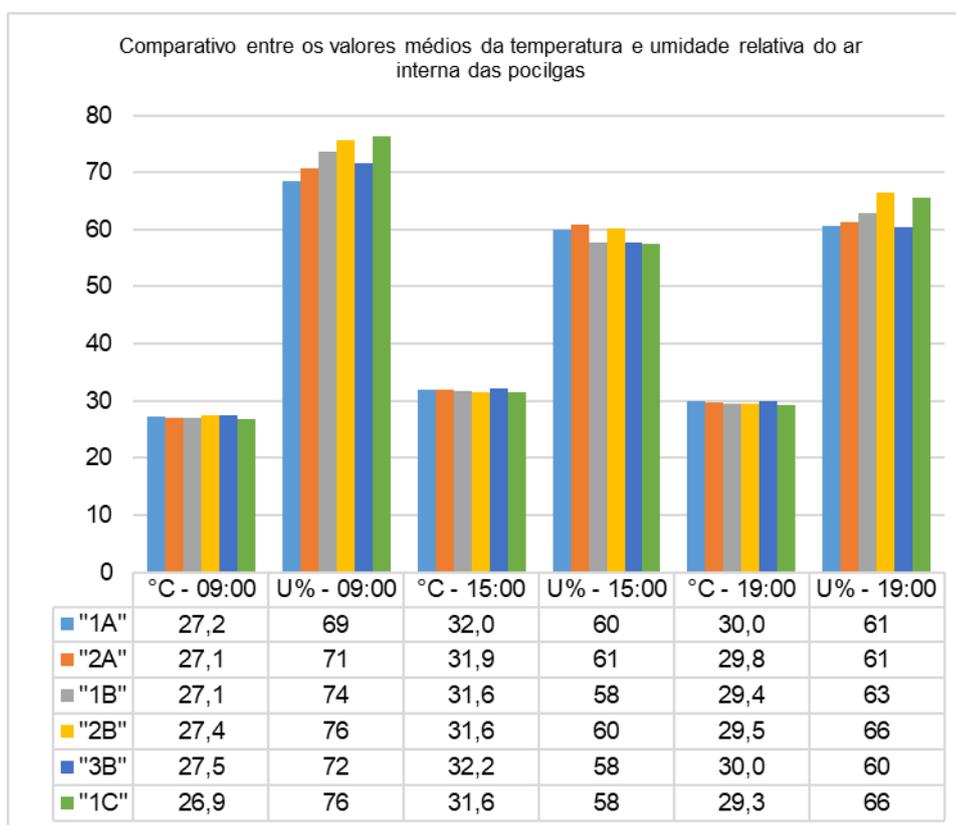


Figura 99 - Comparativo geral entre os parâmetros de conforto térmico nas pocilgas nos horários indicados.

Analisando esses dados pode-se inferir que nos horários de coleta de dados a pocilga que manteve a temperatura média interna menor foi "1C", embora todas as demais pocilgas tenham mantido valores de temperatura interna próximos, embora tendo diferenças não significativas. Porém, vale ressaltar que nenhuma das estruturas manteve a temperatura média interna dentro do intervalo de conforto considerado por

Perdormo *et al.* (1985), Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009). Entretanto, vale destacar que a pocilga “1C” foi a única a manter a temperatura média do ambiente interno dentro do intervalo considerado como crítico por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004) e Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), embora tenha sido somente no horário das 09:00 horas.

Em relação ao parâmetro de umidade relativa do ar verificou-se que todas as pocilgas mantiveram o valor médio dentro dos limites considerados como críticos por Leal e Nããs (1992 *apud* SAMPAIO *et al.*, 2004). Vale destacar ainda que de acordo com os limites de umidade relativa do ar ótima definidos por Silva (1999 *apud* CAMPOS, 2009), somente a pocilga “1A” esteve em conformidade, considerando o valor médio dos três períodos do dia.

## 5. CONCLUSÕES

Com os dados coletados pode-se observar que a pocilga “1C”, com cobertura de telha cerâmica, com arborização no entorno e com lona de separação entre a cobertura e o ambiente interno.

Por outro lado, a pocilga “3B”, com cobertura de telhas de fibrocimento, sem arborização no entorno e sem a utilização de lona de divisão entre o ambiente interno e a cobertura, foi a estrutura que teve os valores médios de temperatura mais distantes daqueles considerados como ideais.

Pode-se verificar que as instalações das propriedades “A”, “B” e “C” não proporcionaram temperaturas do ar dentro da zona de termoneutralidade, porém a umidade relativa do ar esteve em parte do período observado dentro dos parâmetros tidos como ideais.

Como sugestão para o progresso das pesquisas relacionadas a esse assunto, recomenda-se que seja acompanhado o ciclo completo do processo de terminação de suínos, associando assim as características de conforto térmico das pocilgas com a produtividade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS. **Bem-estar animal na produção de suínos**. 2016.

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **2018 Relatório Anual**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>, 2018. Acesso em: 12/2018.

AIMINHO – ASSOCIAÇÃO EMPRESARIAL. **Manual de Boas Práticas para a Eficiência Energética**, Braga, 2010. 158-16.

ALUCCI, M. P. **Inadequação climática da edificação: do excessivo consumo de energia ao comprometimento da saúde do usuário**. Tecnologia de Edificações. São Paulo. IPT/PINI, p.486 – 499, 1988.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas e Energia Elétrica do Brasil**. 2008.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2ª edição. Viçosa, MG: Editora UFV, 2010.

BARBOSA, O. R. *et al.* Efeitos da sombra e da aspensão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Vol. 26, n. 01, p. 115-122, 2004.

BEN - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. **RELATÓRIO FINAL**. Ministério de Minas e Energia. 2018.

BEN - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. **RELATÓRIO FINAL**. Ministério de Minas e Energia. 2017.

BORTOLOZZO, F. P.; KUMMER, A. B. P.; LESSKIU, P. E.; Wentz, I. **Estratégias de redução do catabolismo lactacional manejando a ambiência na maternidade**. 2011. Disponível em: < <https://www.yumpu.com/pt/document/view/5513889/estrategias-dereducao-do-catabolismo-lactacional-suinotec> >. Acesso 03 abr. 2019.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <https://goo.gl/HwJ1Q>. Acesso em: 07/2018.

BRASIL. Paraná (2003). **Lei Estadual nº 14037**: publicada em 20 de março de 2003. Disponível em: <https://goo.gl/hByVhL>. Acesso em 07/2018.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: Conceito e questões relacionadas. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, p. 1-11, 2004.

BROWN-BRANDL, T. M. *et al.* Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 71, p. 253-260, 2001.

CAMACHO, M. A. **Modelo para Implantação e Acompanhamento de Programa Corporativo de Gestão de Energia**. Dissertação. Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB. 2009, 176 f.

CAMPOS, J. A. **Bem-estar de suínos confinados associado a comportamento, sistema imunológicos e desempenho**. Tese. Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2009. 79 f.

CAMPOS, J. A. *et al.* Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Ceres**, n. 55, v. 3, p. 187-193, 2008.

CARVALHO, H. G. de. **Planejamento e análise determinística do recurso mão-de-obra em projetos de instalações para suínos**. Dissertação. Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2009. 91 f.

CATTANÊO, A. J. **Tratamento de Semente na cultura do crambe**. Dissertação. Engenharia de Energia na Agricultura. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2014. 50 f.

CLIMATE DATA ORG. **Location**. 2018. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/34661/>. Acesso em: 07/2018.

COLLIN, A. *et al.* Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 1849-1857, 2001.

CORDEIRO, M. B. **Avaliação de sistemas de camas sobrepostas quanto ao conforto térmico e ambiental e ao desempenho zootécnico para suínos nas fases de crescimento e terminação**. Dissertação. Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2003. 63 f.

COSSINS, A. R.; BOWLER, K. **Temperature biology of animals**. London: Chapman na Hall, 1987. 325p.

DASSIE, A. M. Programa luz para todos: avaliação da cobertura com os dados disponíveis. In: VII Congresso de la Asociación Latino Americana de Población e XX Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Foz do Iguaçu – PR, 2016.

ELETROBRAS. **Ações de Eficiência Energética das Empresas Eletrobras 2013-2014**. Rio de Janeiro, 2015.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Suínos e aves**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves>. Acesso em: 07/2018.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017 – 2026)**. Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica**. Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/resenha-mensal-do-mercado-de-energia-eletrica>. Acesso em: 07/2018.

\_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017 ano base 2016**. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em: 07/2018.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. 2002. **Tratado de fisiologia médica**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 10ªed.

GELLER, H. S. **Revolução energética: políticas para um futuro sustentável**. Tese. Energia. Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2002. 69 f.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **The Developing World and Electricity Challenge**. Electricity e Development Workshop Summary. Disponível em: <https://www.iea.org/>. Acesso em: 07/2018.

IRISYS, 2010. **Manual termovisor para equipamentos**. Disponível em: <http://www.irisys.net/queue-management-systems>. Acesso em: 07/2018.

JUSTINO, E. **Influência da ventilação e da dieta sobre o conforto térmico e o desempenho de fêmeas suínas em lactação durante o verão**. Tese. Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2012. 106 f.

KERR, B. J. *et al.* Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environment temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1998-2007, 2003.

MAINO, S. C. **Efeito da cobertura e envoltório no consumo de energia elétrica em aviários de frango de corte**. Dissertação. Engenharia de Energia na Agricultura. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR, 2018.102 f.

MANNO, M. C. *et al.* Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 471-477, 2005.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Secretaria de Política Agrícola Departamento de Crédito e Estudos Econômicos**. 2017.

\_\_\_\_\_. **Bem-estar animal no Brasil**. 2013.

\_\_\_\_\_. **Instrução normativa nº 56**. 2008.

MIRANDA, G. G. M. **Estudo de ciclo de vida de gerador eólico de pequeno porte utilizado em propriedade rural**. Dissertação. Engenharia de Energia na Agricultura. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR, 2018. 129 f.

MOBTAKER, G. M.; AKRAM, A.; KEYHANI, A. Economic modeling and sensitivity analysis of the costs of inputs for alfalfa production In Iran: A case study from

Hamedan province. **Ozean Journal of Applied Sciences**. v. 3(3), 313-319, 2010.  
NÓBREGA, G. H. *et al.* A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Vol. 06, n. 01, p. 67- 73, 2011.

OLIVEIRA, L. C. de. **Perspectivas para a eletrificação rural no novo cenário econômico-institucional do setor elétricos brasileiro**. Dissertação. Ciências em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2001. 116 f.

ORLANDO, U. A. D. *et al.* Níveis de proteína bruta da ração para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambientes de conforto térmico (21 °C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1760-1766, 2001.

PEREIRA, O. L. S. **Rural electrification and multiple criteria analysis: a case study of the state of Bahia, in Brazil**. Tese. Filosofia. University of London, Londres, 1992, 399 f.

PERDOMO, C. C. *et al.* Considerações sobre edificações para suínos. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE SUÍNOS, 4., 1985, Concórdia, SC. Anais. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1985.

PERDOMO, C. C.; FERNANDES, L. C. de O.; GUIDONI, A. L.; FIALHO, F. B. Efeito da ventilação natural e mecânica sobre o desempenho de porcas em lactação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p. 691-699, 1999.

PYROMED, 2018. **Informações técnicas do produto**. Disponível em: <http://www.pyromed.com.br/termo-higrometro/digital/py766>. Acesso em: 12/2018.

ROBERTO, J. V. B. SOUZA, B. B. de. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal of Animal Behaviour na Biometeorology**, v. 2, n. 3, p. 73-84, 2014.

ROCHA, V. M; FIALHO, E. S. Uso da terra e suas implicações na variação termo-higrométrica ao longo de um transecto campo-cidade no município de Viçosa-MG. **Revista de C. Humanas**, v. 10, n. 1, p. 64-77, 2010.

ROESLER, M. R. B; CESCNETO, E. A. A. E. A produção de suínos e as propostas de gestão de ativos ambientais: O caso da região de Toledo–Paraná. **Informe GEPEC**, v. 7, n. 2, 2003. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/293>. Acesso em: 07/2018.

ROHENKOHL, J. E. **Os sistemas de terminação de suínos: Uma análise econômica e ambiental a partir da teoria dos conjuntos Fuzzy**. Dissertação. Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS. 2003. 183 f.

SAMPAIO, C. A. de P. *et al.* Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 785-790, 2004.

SANTA HELENA (Município). Portal do município de Santa Helena, PR. **Net**. Cidade, 2018. Disponível em: <https://santahelena.atende.net/#!/tipo/pagina/valor/17>. Acesso em: 07/2018.

SHAHAMAT, E. Z. et al. Energy use and economical analysis of Sugarcane production in Iran a case study: Debel Khazaei agro-industry. **Intl Agri Crop Sci**. v. 5(3), p. 249-252, 2013.

SILVA, I. J. O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. **In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA**, 4., 1999, São Paulo. Anais. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1999. p.108-325.

SOBESTIANSKY, J. *et al.* **Efeito de diferentes sistemas de aquecimento no desempenho de leitões**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1987. p.1-3. (Comunicado Técnico, 122).

SORANSO, A. M.; FILHO, A. G.; LOPES, A.; SOUZA, E. G.; DABDOUB, M. J.; FURLANI, C. E. A.; CAMARA, F. T. Desempenho dinâmico de um trator agrícola utilizando biodiesel destilado de óleo residual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 5, p. 553– 559, 2008.

SOS SUÍNOS. **Boletim técnico 192: conforto térmico**. Informativos técnicos. 2010. Disponível em: <<http://www.sossuinos.com.br/Tecnicos/info192.htm>>. Acesso em: 18 abr. 2019, 14:21:22.

SOUSA, M. *et al.* Comportamento lactacional de porcas alojadas em diferentes tipos de maternidades. **In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL**, 2011, Viçosa, Anais. Viçosa [s.n.] 2011.

SOUZA, B. B. de; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 8, p. 06-10, 2012.

SOUZA, J. L. M. de. **Manual de construções rurais**. Manual Didático – DETR/SCA/UFPR, 1997.

VIVAN, M. *et al.* Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 320-325, 2010.

TALAMINI, D. J. D; SANTOS FILHO, J. I. dos. Atualidades da suinocultura brasileira. **Revista Suinocultura Industrial**, Itu, ed. 279, ano 40, n. 6, p. 16-23, 2017.

USDA – Unites States Departmente of Agriculture. **Exporter Guide**. 2016.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH – OIE. **Fact sheets - Animal welfare**. 2015.