



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**DIFERENTES TIPOS DE PISOS NO COMPORTAMENTO  
DE LEITÕES EM FASE DE CRECHE**

Campina Grande - PB

Fevereiro – 2017

SILVIA NOELLY RAMOS DE ARAÚJO

**DIFERENTES TIPOS DE PISOS NO COMPORTAMENTO  
DE LEITÕES EM FASE DE CRECHE**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – PPGEA/UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: **Construções Rurais e Ambiência.**

**Orientadores:**

Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto.

Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento.

Campina Grande - PB

Fevereiro - 2017

**DIFERENTES TIPOS DE PISOS NO COMPORTAMENTO  
DE LEITÕES EM FASE DE CRECHE**

**SILVIA NOELLY RAMOS DE ARAÚJO**

**JOSÉ PINHEIRO LOPES NETO, Dr., UAEA/UFCG**

**Orientador**

**JOSÉ WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO, Dr., UAEA/UFCG**

**Orientador**

**FERNANDA FERNANDES DE MELO LOPES, Dr<sup>a</sup>., CCA/UFPB**

**Examinadora**

**MARIA LUIZA DE SOUZA REZENDE, Dr<sup>a</sup>., UAEP/UFCG**

**Examinadora**

Campina Grande – PB

Fevereiro - 2017

## **DEDICATÓRIA**

*As contribuições foram muitas, e de várias ordens, buscando sempre a harmonia entre o pessoal, profissional e espiritual, desta forma não teria caminhado tanto, estando sozinha.*

*Dedico esse trabalho não de maneira hierarquizada, mas sim complementar, a fundamental contribuição da minha mãe, a presença, a luz e a alegria das minhas filhas e ao meu companheiro por todos os ensinamentos.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Campina Grande pelo oferecimento do programa de mestrado.

Ao CNPq, pela bolsa de auxílio concedida durante o período do mestrado.

Minha gratidão em especial ao meu Orientador, Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto, ao qual tenho imensa admiração por suas qualidades profissionais. Assim, destaco aqui apenas alguns aspectos como a dedicação, a disponibilidade, a ética, a exigência e a paciência na transmissão dos seus conhecimentos. Estes, fizeram sem dúvida alguma, grande diferença na minha formação acadêmica. Levarei seus ensinamentos adiante.

Ao Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento, por toda contribuição desde a graduação, na minha evolução acadêmica.

Ao Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal, da Universidade Federal da Paraíba campus III – Bananeira, por abrir as portas da área experimental da suinocultura a uma desconhecida, e mesmo em meio ao cumprimento de suas atribuições profissionais, esteve sempre prestativo e atencioso ao meu experimento.

À Maurizete, um ser que tenho certeza que nosso encontro vem de outras vidas. Amiga e companheira de luta do mestrado para vida, ao qual tenho profunda admiração. Sem ela, talvez, nada disso fosse possível. Gratidão ao universo por esse reencontro.

Ao meu companheiro Adriano, por todo apoio nos finais de semana e feriado durante o período experimental com a manutenção dos pisos e cuidado com os animais. Mesmo em meio à distância, você se fez presente.

Aos amigos que tive o prazer de conhecer na UFPB: Ivanildo, Bruno e Zé, profissionais da suinocultura que me auxiliaram no manejo com os animais durante o período experimental. Obrigada pelo apoio e por tanto conhecimento partilhado.

Gratidão pela colaboração dos alunos e novos amigos da escola técnica e da graduação da UFPB durante os dias de avaliação comportamental, foi fundamental esse apoio de vocês: Laís, Cristian, Jorge, Priscila, Valéria, Jonathan, Mago, Jeferson, Amanda, Vaqueiro e Jordânio. Perdão se esqueci-me de citar alguém.

Aos Professores da UFPB, Pedro e Terezinha pelo apoio da estadia no alojamento dentro da própria instituição durante meu período experimental.

Aos funcionários do LaCRA: Sr. Geraldo e Joselito pela colaboração e apoio com o manuseio dos equipamentos dentro do laboratório. Obrigada também pelo café, água e pelas boas conversas.

A todos os velhos e novos amigos da UFCG, pelo companheirismo nessa jornada.

A todo aprendizado, risadas e estresses proporcionados pelo mestrado, gratidão!

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. OBJETIVOS .....	10
2.1. Objetivo Geral.....	10
2.2. Objetivos Específicos .....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1. Cenário da Suinocultura no Brasil .....	11
3.2. Ambiência na Suinocultura.....	12
3.2.1. Temperatura do Ar.....	12
3.2.2. Umidade Relativa do Ar .....	14
3.2.3. Iluminação .....	15
3.2.4. Ventilação.....	16
3.2.5. Ganho de Peso .....	17
3.3. Instalação para Creche Suína.....	18
3.3.1. Aquecimento em Creche Suína .....	19
3.3.2. Tipos de Pisos em Creche Suína.....	21
3.3.2.1. Problemas de Cascos nos Suínos .....	22
3.4. Etileno-Acetato de Vinila - EVA.....	23
3.4.1. Propriedades Térmicas do EVA .....	25
3.5. Índices de Conforto Térmico .....	25
3.5.1. Índice de Temperatura de Globo e Umidade.....	26
3.5.2. Carga Térmica de Radiação.....	27
3.6. Análise de Comportamento Suíno .....	27
3.6.1. Formas Anormais de Comportamento Suíno .....	28
3.6.2. Análise por Imagem Termográfica.....	29
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1. Caracterização do Clima na Região .....	31
4.2. Tipologia da Instalação .....	31
4.3. Confeção das Placas em EVA.....	33
4.4. Animais Utilizados .....	36
4.5. Coleta de Dados .....	37
4.6. Variáveis Comportamentais.....	38
4.6.1. Mapeamento Térmico Superficial .....	39

4.6.2.	Frequência Comportamental.....	39
4.7.	Índices Produtivos.....	40
4.8.	Delimitação Experimental .....	41
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
5.1.	Análise das Variáveis Meteorológicas.....	42
5.2.	Índices de Conforto Térmico .....	48
5.2.1.	Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU).....	48
5.2.2.	Carga Térmica de Radiação (CTR) .....	50
5.3.	Análise das Variáveis Comportamentais .....	51
5.3.1.	Mapeamento Térmico Superficial .....	51
5.3.2.	Frequência Comportamental.....	55
5.4.	Análise dos Índices Produtivos dos Animais.....	60
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>64</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planta baixa da sala de creche e distribuição dos tratamentos .....	32
Figura 2. Tratamento 1: Placas em EVA + Piso Plástico Vazado - Piso 1 (A); Tratamento 2: Piso Plástico Vazado - Piso 2 (B) .....	33
Figura 3. Fôrmas de aço utilizada na confecção das placas para piso (A); anilhas para compactação do material (B); Estufa (C) .....	34
Figura 4. Placa de EVA compacta (A); Resultado final da placa em EVA com furos (B) .....	34
Figura 5. Fixação com arame das placas de EVA sobre o piso plástico (A) e (B).....	35
Figura 6. Vista superior da disposição dos pisos nas baias, comedouro, bebedouro, lâmpadas e sensores.....	35
Figura 7. Aquecimento dos leitões feito com lâmpadas halógenas.....	36
Figura 8. Pontos de coleta de dados no corredor central da instalação .....	37
Figura 9. Valores médios de T(ar) e UR ao longo do dia durante a fase experimental..	43
Figura 10. Valores médios de T(ar) no ambiente interno e externo a creche suína ao longo do dia .....	43
Figura 11. Valores médios diários de UR (%) no ambiente interno e externo a creche suína.....	45
Figura 12. Variação média diária da T <sub>gn</sub> no interior da creche suína.....	46
Figura 13. Iluminância nos dias de coleta no interior da creche suína em função do horário.....	48
Figura 14. Variação média dos valores de ITGU em função do horário ao longo do período experimental .....	49
Figura 15. Variação média diária da CTR no interior da sala de creche .....	50
Figura 16. Mapeamento térmico superficial dos leitões sobre Piso 1, coluna (A) e sobre Piso 2, coluna (B); Mapeamento térmico superficial do Piso 1, coluna (C) e Piso 2, coluna (D).....	52
Figura 17. Locação dos animais na baía com piso em EVA .....	53
Figura 18. Média da TSP e TSA em função da semana de coleta.....	54
Figura 19. Frequência de comportamento dos leitões sobre uso de dois tipos de pisos.	55
Figura 20. Resultado da interação fugir dos leitões com o piso.....	58
Figura 21. GPD médio dos leitões em fase de creche, submetidos a dois tipos de pisos	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Temperatura na zona de conforto térmico, zona crítica inferior e superior para suínos em diferentes fases de produção.....	13
Tabela 2. Taxas de ventilação do ar consideradas ótimas para suínos .....	16
Tabela 3. Propriedades mecânicas do resíduo de EVA.....	24
Tabela 4. Distribuição dos leitões nas baias por blocos: leves e pesados .....	36
Tabela 5. Etograma para leitões em fase de creche alojados em baias sobre diferentes pisos.....	39
Tabela 6. Valores médios mínimos e máximos de $T_{(ar)}$ , UR, Tgn, Vv e Luminosidade no interior da instalação.....	42
Tabela 7. Análise de variância da temperatura superficial dos pisos e dos animais em cada tratamento.....	52
Tabela 8. Análise de variância para efeito dos tratamentos em função da frequência de comportamento dos leitões .....	56
Tabela 9. Análise de variância dos tratamentos em função dos índices produtivos dos leitões.....	60

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) <b>Erro! Indicador não definido.</b> <sup>37</sup>	
Equação 2. Carga térmica de Radiação (CTR).....	2738
Equação 3. Temperatura Média Radiante (TMR) .....	3838
Equação 4. Ganho de Peso Diário (GPD).....	411

## LISTA DE SÍMBOLOS

h	Horas
min	Minutos
t	Toneladas
W/m <sup>2</sup>	Watts por metro quadrado
W/ m.K	Watts por metro Kelvin
W	Watts
kWh	Quilowatt-hora
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
cm	Centímetro
°C	Graus Celsius
T <sub>g</sub>	Temperatura de Globo Negro
T <sub>o</sub>	Temperatura do ponto de Orvalho
T <sub>(ar)</sub>	Temperatura do ar
K	Kelvin
lux	Unidade de intensidade de luz
lm	Fluxo luminoso da lâmpada (Lúmen)
V	Volts

## **LISTA DE ABREVIATURAS E NOMECLATURAS**

CA	Conversão Alimentar
CRD	Consumo de Ração Diário
CTR	Carga Térmica de Radiação
EVA	Etileno-Acetato de Vinila
GPD	Ganho de Peso Diário
ITGU	Índice de Temperatura de Globo e Umidade
LaCRA	Laboratório de Construções Rurais e Ambiente
PI	Peso Inicial
PF	Peso Final
PR	Perdas de Ração
SEBRAE	Secretaria de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SBR	Borracha de Butadieno Estireno
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TSA	Temperatura Superficial dos Animais
TSP	Temperatura Superficial dos Pisos
UR	Umidade Relativa

**Resumo:** Objetivou-se com esta pesquisa analisar o conforto térmico de leitões em fase de creche a partir da utilização de placas de EVA sobre o piso da instalação com intuito de elevar a temperatura da superfície de contato. O trabalho foi desenvolvido na área experimental da suinocultura do *campus* III, da Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras - PB, entre os meses de setembro e outubro de 2016. Foram utilizados 24 leitões desmamados com idade média de 21 dias, distribuídos em 8 baias, de acordo com os tratamentos associados aos pisos, sendo Tratamento 1: Placas de EVA + Piso Plástico Vazado (Piso 1) e o Tratamento 2: Piso Plástico Vazado (Piso 2). A caracterização do ambiente térmico da creche foi realizada por meio do registro da temperatura do ar ( $T_{ar}$ ), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro ( $T_{gn}$ ), luminosidade e velocidade do vento ( $V_v$ ), pelos índices de conforto térmico, Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e Carga Térmica de Radiação (CTR). Para a análise do conforto térmico proporcionado pelos pisos foram utilizadas como ferramenta de avaliação os índices de conforto térmico, o mapeamento térmico superficial (pisos e leitões), as frequências comportamentais dos animais e o desempenho produtivo dos animais. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com dois tratamentos e quatro repetições, e a comparação entre as médias através do teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Os resultados indicaram que, do ponto de vista térmico, o Piso 1 proporcionou maior conforto térmico, com reflexos na menor incidência de comportamento agonístico dos leitões.

**Palavras-chave:** conforto térmico, creche suína, EVA, construções rurais

**Abstract:** The objective of this research was to raise the temperature of the contact surface using two types of floors and to evaluate the thermal comfort of nursery piglets. The research was carried out in the experimental area of pig farms at Campus III of the Federal University of Paraíba, Bananeiras - PB, between September and October 2016. Twenty - four piglets were weaned with a mean age of 21 days distributed in 8 bays according to with the treatments associated to the floors, being Treatment 1: EVA Plates + Leaked Plastic Floor (Floor 1) and Treatment 2: Leaked Plastic Floor (Floor 2). The characterization of the thermal environment of the nursery was performed by recording the air temperature (Tar), relative humidity (UR), black globe temperature (Tgn), lightness and wind speed (VV) Index of Black Globe Temperature and Humidity (ITGU) and Thermal Charge of Radiation (CTR). Thermal comfort indexes, superficial thermal mapping (floors and piglets), the behavioral frequencies of the animals and the productive performance of the animals were used for the thermal comfort of the floors. The experimental design was completely randomized (DIC) with two treatments and four replications, comparing the means by Tukey's test ( $P < 0.05$ ). The results indicated that, from the thermal point of view, Floor 1 provided greater thermal comfort with reflexes in the lower incidence of agonistic behavior of the piglets.

**Keywords:** ambience, swine Nursery Facility, EVA, alternative material, rural construction

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade na suinocultura em todo mundo deve-se dentre vários fatores, aos avanços nas áreas de nutrição, genética, sanidade, ambiência, e a implementação de novas técnicas de manejo, dentre elas, a prática de desmame precoce. Embora essa seja uma técnica já consolidada, pois estabelece um número maior de leitegadas por ano, em contrapartida, o período pós-desmame representa também um dos maiores desafios no setor para esta fase de produção, no que concerne as questões de bem-estar animal em função do ambiente térmico. Para que o desempenho produtivo subsequente não seja afetado, a fase de creche exige um ambiente térmico cada vez mais confortável para alojar esses animais.

Com a produção em confinamento, o desmame em suínos ocorre em média entre 21 e 28 dias de idade, compreendendo um período bastante crítico para o animal, pois se trata de uma fase em que seu sistema de termorregulação ainda está em desenvolvimento e, associado à separação prematura da matriz, esses animais ainda estão expostos às condições ambientais dentro de um alojamento coletivo.

Embora o Brasil seja um país predominantemente de clima quente, suínos na fase de creche necessitam de suplementação para seu aquecimento. As trocas de calor ocorrem principalmente por condução (piso-leitão), ainda que atualmente o tipo de piso mais utilizado nas instalações comerciais de creche suína seja o piso plástico vazado, por oferecer fácil limpeza e durabilidade, porém, o mesmo não promove um ambiente termicamente confortável para os leitões, o que obriga as granjas a dependerem de um sistema de aquecimento eficiente para a suplementação de calor.

Normalmente, essa suplementação de calor é feita por uso de energia elétrica, utilizando-se principalmente de lâmpadas incandescentes suspensas ou por lâmpadas infravermelhas, ou ainda, por piso aquecido através de resistências elétricas ou a gás, que visam atender as necessidades dos animais de acordo com a região e o período do ano. O uso de equipamento elétrico para o fornecimento de calor é uma parte importante diante do melhoramento no desempenho produtivo animal, muito embora com a eletricidade cada vez mais cara esses sistemas de aquecimentos representam um aumento significativo nos custos finais da produção.

Desta forma, existe a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que façam uso de pisos com materiais que ofereçam capacidade de resistência a dissipação de calor dos animais tornando o aquecimento mais eficiente, a fim de minimizar o desconforto

inerente aos sistemas de confinamento moderno e por consequência reduzir os custos com energia elétrica.

O copolímero de Etileno-Acetato de Vinila (EVA) é um termofixo que possui uma estrutura mais rígida devido às ligações cruzadas que unem os fios de polímeros; é um material poroso que apresenta usualmente baixa densidade, baixas condutividades térmica, elétrica e acústica, com boa resistência a compressão e ductibilidade. O EVA é amplamente empregado nas indústrias calçadista e de materiais esportivos, como placas expandidas, o que gera um grande volume de resíduos todos os anos. Atualmente, são poucos os programas que absorvem o volume desses resíduos que são dispensados no meio ambiente, sugerindo a necessidade de desenvolver novos produtos a partir da sua incorporação, e que possam atender a demanda do mercado de forma simples, eficiente, econômica e, sobretudo, conservando os recursos naturais.

Estudos já realizados apresentam bons resultados frente à capacidade de isolamento térmico do EVA, o que tornaria sua aplicação como placas sobre piso já utilizado em instalação de creche suína, promissora.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Essa pesquisa teve como objetivo principal avaliar o conforto térmico de leitões em fase de creche, mantidos sobre dois tipos de pisos, utilizando como ferramenta de avaliação os índices de conforto térmico, análise por imagem termográfica, as frequências comportamentais dos animais e os índices produtivos dos animais.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar o ambiente térmico da instalação de creche suína através das variáveis meteorológicas e dos índices de conforto térmico o ITGU e a CTR;
- Correlacionar o conforto térmico em função dos tipos de pisos testados na instalação de creche suína, através da termografia superficial dos pisos e leitões;
- Correlacionar o desempenho produtivo dos leitões com o ambiente térmico em função dos pisos testados e;
- Avaliar e correlacionar o comportamento dos suínos com os limites de conforto térmico em função dos pisos testados na creche.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Cenário da Suinocultura no Brasil**

Atualmente, a suinocultura é um importante fator de desenvolvimento econômico nacional, promovendo efeitos multiplicadores de renda e emprego em todos os setores da economia, intensificando a demanda de insumos agropecuários, a expansão e a modernização dos setores da comercialização e da agroindústria.

Segundo ABPA (2016), o Brasil possui mais de 2,1 milhões de unidades de matrizes industriais, destes, 85% destina-se ao mercado interno, exportando mais de 555 mil t de carne suína em 2015. Em 2008, existiam mais de 50.000 produtores de suínos, a cadeia gerou mais de 1 milhão de empregos e produziu mais de 3,0 milhões de t de carne suína anualmente (Cosser, 2008). O Brasil é o quarto maior produtor, com 3,6 milhões de t do total e o quinto consumidor mundial de carne suína (ABPA, 2016; USDA 2016).

No país, a produção suína está concentrada principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde juntas, detém mais de 99% da produção nacional. A região Sul concentra mais de 69% do rebanho nacional representados pelos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, destes, 80,3% é destinado a exportação. Em segundo, está a região Sudeste com os estados de São Paulo e Minas Gerais, com perfil voltado principalmente para o consumo interno, detendo pouco mais de 16% da produção nacional. Em terceiro lugar, vem a região Centro-Oeste, com 14,6% nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal. As regiões nordeste e norte têm a produção mais voltada para subsistência. No Nordeste, destacam-se os estados de Sergipe e Bahia, com 0,02 e 0,01% respectivamente, da produção nacional. Na região Norte, o estado de Roraima teve uma produção nacional de 0,002% de suínos (ABPA, 2016; USDA, 2016).

De acordo com dados do IBGE (2015), na Paraíba houve um aumento de 18,2% no abate de suínos no primeiro semestre do corrente ano, elevando de 2.664 para 3.149 cabeças.

O consumo de carne suína per capita no Brasil é de 15,1 kg/habitante, resultado considerado muito baixo quando comparado a outros países, como os da Europa e a China, em que o consumo chega a 67 kg/habitante, ou mesmo se comparado ao consumo nacional de carne bovina que chega a 39,2 kg/habitante (ABIEC, 2015; ABPA, 2016). O baixo consumo nacional da carne de suínos deve-se, sobretudo, ao

preconceito e mitos quanto à qualidade da carne, principalmente no que se refere ao alto teor de gordura. Porém, atualmente com as exigências do mercado e avanços da genética, tem-se uma carne mais saudável, com teores de gordura aceitos pelos consumidores. Além deste fator nutricional, o baixo preço pago nos últimos anos vem estimulando o consumo, resultando num crescimento modesto, mas contínuo (Sarcinelli et al., 2007).

Segundo ABCS (2014), o consumo de carne suína no nordeste são de 4 kg per capita/ano estando bem abaixo da média nacional, reflexo das condições sanitárias precárias que perduram em alguns locais como também a falta de esclarecimento dos consumidores em relação às características desta carne.

### **3.2. Ambiência na Suinocultura**

A temperatura do ar, exclusivamente, não representa o ambiente térmico como um todo, a verdadeira caracterização do ambiente leva em conta o conjunto das variáveis como: a temperatura, umidade, ventilação, radiação, tipologia da instalação, área por animal, além da variação da condição nutricional e saúde dos animais. Segundo Wouters et al. (1990), é necessário o registro de todos esses fatores internos e externos para produzir um índice detalhado de conforto para avaliação e controle de sua produção.

A ambiência é uma temática que sugere estudos multidisciplinares para melhor compreensão do bem-estar animal em função do ambiente térmico (Pandorfi, 2002). Sejam os fatores ambientais, em virtude dos dias quentes e das grandes variações térmicas, características do clima tropical, ou devido aos fatores fisiológicos e comportamentais dos animais, apresentando mecanismos de ajustes na regulação interna a partir das ocorrências do ambiente externo. Todos têm a sua contribuição na regulação do meio em função da zona de conforto térmico do animal.

#### **3.2.1. Temperatura do Ar**

Os suínos, por suas características fisiológicas, possuem dificuldades em adaptação às flutuações térmicas ambientais, quando submetidos a grande amplitude seu desempenho produtivo é comprometido. Para Silva (1995), a faixa de temperaturas admissíveis à manutenção da termoneutralidade dos animais, está relacionada com o

ambiente térmico ideal, onde a amplitude térmica, ou seja, a diferença entre as temperaturas máximas e mínimas do dia deve-se manter bem estreitas, dentro da qual, os animais encontrem perfeitas condições para expressar suas características produtivas e reprodutivas.

Essa variação foi constatada por Campos et al. (2009), onde os leitões apresentaram menor ganho de peso, devido o maior gasto de energia para manutenção homeotérmica na instalação de creche com maior amplitude térmica (mínima de 21,1 °C e máxima de 29,5 °C), em comparação à creche com menor variação de temperatura (mínima de 22,8 °C e máxima de 28,6 °C).

Dentro de determinada faixa de temperatura ambiente, a temperatura corporal mantém-se constante com mínimo de esforço dos mecanismos termorreguladores, sendo esta denominada zona de conforto ou de termoneutralidade. Nesta condição, o animal encontra-se em estado de máximo conforto, apresentando sua máxima eficiência produtiva (Curtis, 1983). Fora da zona de termoneutralidade os animais modificam sua resposta fisiológica e comportamental, havendo influência no consumo de alimento e no ganho de peso (Cordeiro, 2003).

O conforto térmico acontece em geral, quando é assegurada a temperatura do núcleo basal aceitável do animal, bem como a baixa umidade na superfície da pele e esforço fisiológico de regulação minimizado (Ashrare, 2001). O limite de frio e calor para a termorregulação dos homeotérmicos é determinado pela capacidade de produção de calor em baixas temperaturas e capacidade de sua dissipação em ambientes quentes, sendo estes delimitados pelas temperaturas críticas: inferior (TCI) e superior (TCS) (Hannas, 1999).

A faixa de temperatura para o conforto térmico do suíno varia com a idade, na Tabela 1 são apresentados as faixas de temperaturas de conforto e os limites críticos para os suínos em suas diferentes fases de produção, conforme estudos realizados por Perdomo et al. (1985).

Tabela 1. Temperatura na zona de conforto térmico, zona crítica inferior e superior para suínos em diferentes fases de produção

<b>Categoria</b>	<b>Temperatura de Conforto Térmico (°C)</b>	<b>Temperatura Crítica Inferior (°C)</b>	<b>Temperatura Crítica Superior (°C)</b>
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

Para regiões mais frias que ultrapassam a zona de conforto para suínos na fase inicial, é necessário oferecer um aquecimento suplementar. De acordo com Mendes (2005), a temperatura ambiente ideal para leitões de zero a duas semanas de vida é de 32 a 30 °C; de três a quatro semanas de 28 a 25 °C; e com mais de quatro semanas de 18 a 15 °C.

Kummer et al. (2009) consideraram que, a faixa ideal de temperatura para esta fase se situa entre 22 e 30 °C, o autor afirma ainda que é indispensável a observação do comportamento dos animais para se perceber, independente da temperatura ambiente, a sensação térmica e conforto dos mesmos. Sarubbi et al. (2012) afirmaram que, os leitões foram mantidos dentro da zona de conforto térmico com temperatura variando de 28 a 30 °C. Nunes et al. (2008) e Ferreira (2011) consideraram a temperatura de 26 °C ideal para o conforto térmico dentro da instalação de creche suína.

### **3.2.2. Umidade Relativa do Ar**

O limite de tolerância do suíno à umidade depende da temperatura, da idade e das características físicas e metabólicas do animal (Heitman & Hughes, 1951; Rousseau et al., 1989). Esse limite não está bem esclarecido para condições termoneutras dos leitões, havendo divergências em muitos resultados, no entanto, o que se verifica é que altos valores diminuem a habilidade de dissipação de calor corporal em altas temperaturas.

A umidade também é fator de risco para muitas enfermidades dos suínos, Veit & Troutt (1982) afirmaram que, o maior impacto da umidade para os suínos resulta de sua influência sobre a viabilidade dos agentes infecciosos, garantindo a manutenção de microrganismos patogênicos nas partículas aerolizadas, sugerindo valores ótimos de 55 a 75% para leitões. Para Leal & Nããs (1992), os limites de termoneutralidade para suínos estão entre 50 e 70%

Bortolozzo et al. (2011) relatam que, a umidade relativa do ar entre 60 e 80% é ideal para suínos, quando associada a condições satisfatórias de temperatura. Esse resultado corrobora com os estudos de Benedi (1986) e Sousa Júnior et al. (2011). Nienaber et al.

(1987) propuseram que, a faixa ideal para suíno em condições satisfatórias de umidade relativa está entre 60 e 70%.

Estudos de Teixeira (1997), Silva (1999), Sartor et al. (2003), Sampaio et al. (2004) e Sousa (2004) asseveram que, para suínos o ambiente ideal a umidade não deve ultrapassar os 70%. Concordando com esse resultado Campos et al. (2008) afirmaram que, o ambiente de creche suína, de modo geral, deve ter uma instalação em que os leitões evitem o contato com fezes, o piso apresente bom escoamento de seus dejetos e assim evite umidade excessiva em que não ultrapasse os 70%.

### **3.2.3. Iluminação**

O fotoperíodo é um fator ambiental cujos efeitos já foram elucidados para outras espécies como as aves, por exemplo, onde os ritmos diários de atividades dos animais, são fortemente influenciados e determinados pelas condições de luz ao longo do dia. No que diz respeito aos suínos, a literatura disponível sobre a influência da iluminação em relação ao comportamento, desempenho e bem-estar, é relativamente escassa e os resultados contraditórios.

Taylor et al. (2006), apresentaram fundamentos aos seus resultados, quando avaliada a preferência de suínos por iluminação. Encontraram que comportamentos ativos, como ingestão de ração e de água, não foram influenciados pela intensidade luminosa.

Em estudo realizado por Souza Júnior et al. (2011), a partir de três diferentes programas de iluminação em creche suína (Iluminação natural - Iluminação artificial de 16 h diárias de luz e 8 h de escuro mais iluminação solar vinda das janelas - Iluminação artificial de 23 h diárias de luz e 1 h de escuro mais iluminação solar vinda das janelas), concluíram que, a avaliação feita não apresentou, na fase de creche, melhorias no desempenho dos leitões que justificassem a sua utilização. Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Mcglone et al. (1988), que não encontraram diferenças no desempenho quando os suínos foram expostos a fotoperíodos de 1 h diária de luz e 23 h de escuro, e 16 h de luz e 8 h de escuro, para fase de creche.

Embora os resultados obtidos não mostrem diferenças no desempenho animal em função do efeito do fotoperíodo, Zonderland et al. (2009) citam que, há necessidade de fornecer uma intensidade luminosa de 40 lux para estimulação dos níveis de serotonina nos suínos. De acordo com ABCS (2014), a iluminação mínima para suínos na fase de

creche deve ser de 10 lm, o que equivale a 0,12 W/m<sup>3</sup> para lâmpadas fluorescentes e 0,49 W/m<sup>3</sup> para lâmpadas incandescentes.

Em contraste com os estudos anteriores Bruininx et al. (2002) encontraram que, nos programas de iluminação artificial de 23 h diárias de luz e 1 h de escuro, os animais apresentaram consumo de ração 38,4% maior quando comparado ao programa de iluminação artificial 8 h diárias de luz e 16 h de escuro na segunda semana pós-desmame. Nieckamp et al. (2007), reafirmaram a influência do fotoperíodo no desempenho dos leitões desmamados com 28 dias e alojados em creche.

### 3.2.4. Ventilação

Nesta fase inicial de crescimento é importante que o leitão tenha condições de temperatura e renovação de ar compatível com as suas exigências. Um fluxo inadequado de ar pode ser considerado um fator predisponente para doenças respiratórias e estresse para os leitões. Portas mal fechadas e cortinas que não estão em boas condições, são razões clássicas de correntes de ar (Carr et al, 1998).

O leitão necessita de um ambiente protegido, por isso um número excessivo de animais em pequenas salas causa problemas de concentração, de gases nocivos e odores desagradáveis, por causa disso, recomenda-se um sistema de renovação de ar preferencialmente com ventilação natural (Mendes, 2005). O manejo de cortinas é fundamental para manter a temperatura adequada, permitindo a renovação de ar das salas e impedindo a incidência direta de correntes de ar frio sobre os leitões.

As necessidades de ventilação no inverno são menores que no verão, em virtude da capacidade de isolamento da pele, elevando a temperatura crítica do suíno, e conseqüentemente, aumentando o estresse, devido ao frio. Na Tabela 2, são encontradas as taxas de ventilação do ar consideradas ótimas para suínos em cada fase de produção proposta por Jensen et al. (1972).

Tabela 2. Taxas de ventilação do ar consideradas ótimas para suínos

Fases	Ventilação (m <sup>3</sup> /s.suíno)
Maternidade	0,16
Creche	0,05
Crescimento	0,05
Reprodução	0,16
Terminação	0,07

Benedi (1986) afirma que, a velocidade do vento recomendada para os leitões é de 0,1 a 0,2 m/s, estando associado à prevenção de doenças. O fluxo de ventilação adequado para os leitões no interior da instalação é de 6 m<sup>3</sup>/s/animal para velocidade do vento de 0,3 m/s, que possibilite eliminar o excesso de água, renovar o ar viciado, reduzir a amônia dos dejetos e a temperatura do ambiente (Morrison et al., 1976; Vaquero, 1981; Scott et al., 1983; Dividich & Rinaldo, 1989).

Para Sainsbury (1972), leitões jovens mostram-se confortáveis com taxas de ventilação de 0,15 m/s, quando mantidos a temperaturas ambientais de 21 °C e desconfortáveis a temperaturas inferiores a 18 °C, concluindo que, situações em que a temperatura é mais elevada que a ótima, um aumento na taxa de ventilação é benéfico ao suíno.

### **3.2.5. Ganho de Peso**

Dos 7 aos 14 dias pós-desmame é considerado o período crítico, caracterizando-se por menor consumo de ração e baixa digestibilidade, que resultam em estado geral de deficiência energética, levando a diminuição do ganho de peso e a ocorrência de diarreias, responsáveis pela mortalidade e perdas significativas na produção suinícola (Vannier et al., 1983; Ziegerhofer, 1988). O ambiente térmico influencia características importantes de ingestão, taxa de conversão alimentar e ganho de peso de suínos (Choi et al., 2011).

Com o desmame ocorre a mudança alimentar que obriga o leitão a consumir o alimento seco. As rações destinadas aos suínos podem ser apresentadas de duas formas: farelada que é a mais usual nas granjas, e a peletizada. Segundo a EMBRAPA (2003), observa-se uma melhoria média na peletização de 6,2% no ganho de peso, 1,2% no consumo de ração e 4,9% na conversão alimentar. O efeito da peletização sobre a melhoria na conversão alimentar ocorre de três modos diferentes: redução das perdas; melhoria na digestibilidade dos nutrientes e menor gasto de energia para ingestão da ração.

Araújo et al. (2011), verificaram em trabalho realizado em creche suína com leitões desmamados aos 21 dias de idade, que o ganho de peso foi de 9,25 kg aos 49 dias de idade dos animais. De acordo com dados apresentados por Kummer et al. (2009), os animais com maior peso ao desmame 6,7 kg, apresentaram ganho de peso médio

superior, igual a 14,9 kg, 39 dias após o desmame, em comparação aos animais com menor peso médio ao desmame, 4,9 kg, que apresentaram ganho de peso médio igual a 8,6 kg.

Sarubbi (2009) verificou ao testar diferentes sistemas de aquecimento, com controle de temperatura em creche suína que, os leitões apresentaram ganho de peso entre 3,9 e 6,8 kg.

Sabino et al. (2012) em seu trabalho, comparando aquecimento de abrigos por piso aquecido com resistência elétrica e lâmpada fluorescente de 7 W versus lâmpada incandescente 60 W, obtiveram melhores resultados para ganho de peso e ambiente térmico no tratamento com piso aquecido.

### **3.3. Instalação para Creche Suína**

O ambiente interno de uma instalação normalmente é resultado das condições locais e externas, das características construtivas e dos materiais da instalação, da espécie, do número de animais, do manejo, das modificações causadas pelos equipamentos do sistema produtivo e pelos que tem como objetivo o acondicionamento ambiental (Baêta & Souza, 1997).

Segundo Teixeira (1997), a área de instalação (m<sup>2</sup> por animal) necessária à criação de suínos na fase de creche deve ser de 0,20 a 0,38 m<sup>2</sup> por animal, considerando um período de utilização de 4 a 5 semanas.

Quanto ao ambiente de creche, de maneira geral, a melhor instalação é aquela em que os leitões não tenham contato com as fezes, o piso permita um bom escoamento dos dejetos, não apresente umidade excessiva (máximo de 70%), não seja fria e o ambiente mantenha uma ventilação sanitária mínima (Campos et al., 2008).

A instalação pode possuir gaiolas para 10 leitões ou baias para grupo de 20 leitões (2 leitegadas), as quais tem o piso total ou parcialmente ripado em madeira, concreto ou metal, com fendas de 1 cm de largura. Podem ser usadas também gaiolas elevadas de metal que abrigam 1 leitegada cada. Em qualquer um dos casos deve haver sempre comedouro (0,20 m de comprimento para cada 3 animais) e o bebedouro tipo chupeta (1 para cada 10 leitões) com a altura de 0,20 a 0,25 m do piso, é importante que o comedouro esteja do lado oposto do bebedouro e em cima do fosso ripado, para facilitar o escoamento da água (Tinôco, 2009).

As baias de crescimento inicial podem estar em um galpão possuindo sistemas de fechamento (janelas ou cortinas) e sistema de aquecimento. As divisórias entre as baias podem ser do tipo ripado de madeira, de alvenaria ou gradeado pré-fabricado de concreto (Sartor et al., 2004).

Geralmente os sistemas de aquecimento na creche suína utilizados na creche suína são: lâmpadas infravermelhas ou incandescentes suspensas acima do piso, resistências elétricas suspensas, piso aquecido com resistências elétricas ou a gás (Sarubbi, 2009). O aquecimento feito por lâmpadas suspensas nem sempre é satisfatório, pois dependendo da sua altura do piso ou da maneira como é oferecida, a produção de um ambiente adequado ocorre em uma determinada área, geralmente na parte central, a qual frequentemente é muito pequena para acomodar todos os leitões da baia.

### **3.3.1. Aquecimento em Creche Suína**

A matriz energética utilizada para suplementação do aquecimento de suínos na fase inicial é baseada na energia elétrica e, principalmente, através do uso de lâmpadas incandescentes. Existem vários tipos de lâmpadas incandescentes, no entanto, apenas a do tipo convencional, foi proibida de ser comercializada pela Portaria Interministerial Nº 1007, de 31 de dezembro de 2010, dos Ministérios de Minas e Energia. Desde 2012 as do tipo convencional de todas as potências, vêm sendo substituídas gradativamente, e até o ano de 2016 estarão completamente extintas do mercado, sobretudo, devido sua baixa eficiência energética.

As lâmpadas incandescentes do tipo refletoras ainda são permitidas, pois apresentam maior durabilidade, feixe luminoso mais dirigido (focado), e assim como as do tipo convencional, possuem elevada radiação infravermelha aquecendo o ambiente, podendo ser utilizadas no aquecimento de instalações animais. Além destes, outros tipos como as halógenas normais e halógenas com refletor incorporado (dicróicas), também são autorizadas, porém não possuem as características de lâmpadas para aquecer ambientes (SENAI, 2011).

Suínos jovens possuem seu sistema de termorregulação pouco desenvolvido ocorrendo, portanto, a preocupação em lhes oferecer ambientes confortáveis (Campos et al., 2008). Nas primeiras semanas após o desmame, é necessário fornecer aquecimento para promover o conforto térmico dos leitões (Barros et al., 2015). Principalmente em regiões mais frias, recomenda-se o uso de equipamentos elétricos, a gás ou a lenha, com

o objetivo de criar um microclima confortável para o melhoramento no desempenho produtivo.

Os aquecedores elétricos possuem grande difusão por serem sistemas com produção contínua de calor, fácil manutenção e por não gerarem gases tóxicos, apesar de representar um aumento significativo nos custos da produção. De acordo com dados da EMBRAPA (2015), com a alta da energia elétrica, os custos com a produção subiram na unidade produtora de leitões desmamados, tendo impactos de 22,2% no custo final dos suínos, embora o peso na participação do item energia elétrica represente um custo total em torno de 0,5 a 0,6% da produção.

Estudos realizados por Godbout et al. (2001), comparando a distribuição e radiação das lâmpadas de infravermelho e halógenas como fonte de aquecimento para leitão em abrigos escamoteadores, mostraram que a temperatura radiante do piso do abrigo, equipados com lâmpadas halógenas, variou de 30,3 a 34,5 °C para uma altura entre 0,60 e 0,45 m. Para lâmpadas de infravermelho os valores foram de 36,5 a 42,7 °C. A distribuição de temperatura foi diferente no raio de cobertura, as lâmpadas halógenas cobriram um raio de ação maior que as de infravermelho, apresentando uma diferença de temperatura do centro até o limite do raio de 5 °C, enquanto que as de infravermelho apresentaram essa diferença de 12 °C para o raio de 60 cm de diâmetro.

Beshada et al. (2006), ao estudarem tapetes aquecidos e lâmpadas para o aquecimento de leitões em maternidade, não encontraram diferença significativa entre o ganho de peso e a mortalidade dos animais submetidos a estas duas tecnologias, mas observaram uma economia de 2,8 kWh por leitegada no uso dos tapetes.

Pandorfi et al. (2005), testaram sistemas de aquecimento para leitões em maternidade. As tecnologias experimentadas foram: piso aquecido, lâmpada incandescente de 200 W, resistências elétricas de 200 W e lâmpada infravermelha de 250 W. Os autores concluíram que, o piso térmico foi o mais eficiente nas trocas de calor sensível por condução, promovendo melhor condição de conforto para os animais, revelando de maneira geral que, o piso térmico foi também o preferido pelos leitões. Pesquisas realizadas por Zhang & Xin (2001), vão de encontro esse resultado. Contudo, eles divergem dos obtidos por Sabino et al. (2011), ao qual concluíram que, os leitões permaneceram mais tempo dentro do escamoteador equipado com lâmpada incandescente.

Uma das vantagens do aquecimento por superfície é promover uma temperatura mais uniforme na área de descanso do suíno do que o aquecimento por energia radiante (lâmpadas), devido ao processo de condução piso-leitão (Zhang & Xin, 2001).

Quinou et al. (2001) a partir de suas observações concluíram que, para amenizar as trocas de calor entre os leitões e o piso de metal, os animais se aglomeravam devido à grande capacidade de condutividade térmica do piso. Freitas et al. (2015) ao analisarem o ambiente térmico, a partir da frequência comportamental de leitões em duas tipologias de creche constataram que, o uso do piso de polietileno proporcionou menores trocas de calor por causa da baixa condutividade térmica do material, com isso os animais permaneceram mais tempo deitados sozinhos.

### **3.3.2. Tipos de Pisos em Creche Suína**

A troca de energia do suíno com o ambiente ocorre na forma de calor sensível (condução, convecção, radiação) e calor latente (evaporação). A eficiência desta troca é afetada, principalmente, pela temperatura ambiente, velocidade do vento e umidade relativa do ar (Perdomo et al., 1999). A condução é o mecanismo de transferência de energia térmica entre corpos, por meio de energia cinética da movimentação de elétrons livres. Para isso, é necessário o contato direto entre as moléculas dos corpos ou da superfície nela envolvida. O animal ganha ou perde calor por condução através de contato direto com substâncias frias ou quentes, incluindo o ar, a água ou materiais sólidos.

A transferência de calor por condução está diretamente relacionada com a temperatura da superfície do piso (Nãas, 1998). Na fase de creche, os suínos necessitam de um piso com capacidade isolante para evitar perda de calor por condução piso-leitão. Para Tinôco et al. (2002), essa capacidade é expressa pela resistência que o material oferece na passagem de calor, ou seja, a resistência térmica do material. Portanto, as características e o revestimento do piso têm grande importância no bem-estar dos suínos.

Quanto aos materiais utilizados na construção das instalações, ou seja, os que entram em contato com os suínos, não devem ser prejudiciais para os animais, permitindo facilidade na limpeza e desinfecção (Chile, 2013).

Para os sistemas de confinamento, nos quais os animais não dispõem de piquetes para divisão de suas dejeções, é necessário que a instalação faça uso de um piso com

boa drenagem para reduzir a umidade e facilitar a higienização, pois, dependendo da idade, o suíno pode produzir de 1,1 a 18,8 kg de dejetos por dia (Sartor et al., 2004).

Lopez et al. (1997) sugeriram que, os pisos devem satisfazer as seguintes exigências:

- 1) Proporcionar uma superfície não escorregadia, não abrasiva, sem arestas ou bordas pontiagudas expostas;
- 2) As superfícies devem ser impenetráveis e fáceis de limpar;
- 3) Não devem contribuir para o “stress” e o desconforto, que podem manifestar-se através da diminuição do crescimento, baixa utilização dos alimentos, diminuição da resistência à doença ou comportamento anormal – pisos devem ser termicamente adequados à categoria de suínos que são mantidos sobre ele;
- 4) Materiais e estrutura para pisos não devem deteriorar ou deformar durante sua vida útil, nem requerer manutenção durante esse período;
- 5) Com relação aos pisos perfurados (ou ripados) não devem reter fezes ou urina por período de tempo que torne necessário alguma forma de limpeza ou raspagem;
- 6) Devem atender às exigências acima, ao menor custo possível.

Sartor et al. (2004) afirmaram que, a escolha do tipo de piso é de suma importância, pois, o piso liso é muito escorregadio e o áspero danifica o casco do animal, que conforme com Bergsten & Frank (1996), características como dureza e abrasividade, contribuem para lesões nos cascos.

### **3.3.2.1. Problemas de Cascos nos Suínos**

O casco suíno apresenta nas suas características anatômicas, a almofada plantar, que ocupa dois terços da região plantar, o qual compensa a relação peso corporal-área de apoio, associado a isto, o suíno apresenta movimentos de deslocamento naturalmente lentos. A sola do casco tem como característica uma parte de tecido córneo duro. A parede lateral, medial e cranial do casco, também é formada por tecido córneo duro, denominada muralha, a qual apresenta uma camada basal mole e uma de tecido cornificado. Nela não existem vasos nem nervos, portanto, trata-se de uma região insensível. Logo abaixo desta está o córion, camada sensível, constituída de tecido conjuntivo altamente vascularizado que nutre várias partes do casco, incluindo o perioplo, a sola e a almofada. Nesta região existem vários nervos, conseqüentemente uma lesão atingindo esta área causa dor e claudicação (Lopez et al., 1997).

A maior porcentagem dos problemas do aparelho locomotor na espécie suína está localizada no casco. O manejo industrial na criação suína vem causando aumento da incidência de distúrbios no aparelho locomotor destes animais (Penny et al., 1963), onde sua integridade pode ser influenciada pelo tipo de piso das instalações (Wright et al., 1972), sendo este o principal responsável pelas condições dos cascos (Fritschen & Cunningham, 1974).

As claudicações são lesões causadas pelo desgaste da sola que atinge o tecido mole do casco. Um piso mais abrasivo predispõe a essas rachaduras e lesões, da mesma forma que, a umidade constante no piso promove um ambiente favorável ao crescimento de bactérias, além de manter os cascos amolecidos e doloridos.

A sintomatologia de um animal com claudicação pode variar desde um leve desconforto, quase imperceptível, até situações onde o animal permanece deitado e se nega a levantar, devido à dor (Lopez et al., 1997).

Ao permanecerem deitados, a propensão de terem perda de peso e problemas urinários aumentam. A prevenção e o manejo nos primeiros dias de vida são estratégias essenciais para a redução da claudicação nos suínos e tem demonstrado uma melhora significativa na diminuição do descarte animal e conseqüentemente na longevidade do plantel (Lopez et al., 1997).

Em pesquisa realizada por Wentz et al. (1991), em granja de porte industrial, observaram que das 428 matrizes, 90,4% apresentou incidências de claudicações de leves a muito graves. Temple et al. (2012) afirmam que, a incidência da claudicação é proporcional à idade dos suínos, este cenário é atribuído ao maior tempo de alojamento sobre o piso ripado, e/ou ao aumento da pressão exercida nos pés devido ao maior peso dos animais.

### **3.4. Etileno-Acetato de Vinila - EVA**

A Paraíba ocupa a 2º posição na produção de calçados do Nordeste e o 3º maior exportador do Brasil, contribuindo com quase 30% do total de produtos (SEBRAE, 2007). Com destaque ao município de Campina Grande onde está instalada uma das unidades da maior indústria de sandálias sintéticas do Brasil, a São Paulo Alpargatas S.A., que fabrica predominantemente as sandálias tipo Havaianas, utilizando em seu processo o copolímero de Estireno e Butadieno (SBR) expandido ou EVA como matéria-prima principal. Segundo o relatório anual da empresa, a produção média anual

em 2007 atingiu o patamar de 201 milhões de pares de sandálias comercializadas no mercado nacional e internacional, onde de acordo com Oliveira (2009), foram gerados no processo de fabricação 3.400 t de resíduos, destes, apenas uma parte foi reaproveitada e incorporada ao processo produtivo, como carga mineral.

Os resíduos de EVA provenientes principalmente da indústria calçadista, constituem como poluentes do meio ambiente, devido ao seu longo período de degradação. São conhecidos poucos programas ou meios de reaproveitamento que absorvam os resíduos desse produto. Com a preocupação cada vez maior em relação aos problemas ambientais, alternativas para evitar a poluição do meio ambiente por resíduos poliméricos, devem ser desenvolvidas para minimizar os danos causados pelo homem, já que grande parte destes resíduos podem ser reciclados, reutilizados, incorporados ou transformados, de modo a produzir novos materiais e atender a demanda de forma simples, eficiente e econômica, e por consequência conservando os recursos naturais.

O EVA é um termofixo que possui uma estrutura mais rígida, devido suas ligações cruzadas que unem os fios de polímeros. Durante o preparo deste tipo de plástico, ele é aquecido para formar pontes fixas na estrutura polimérica. É um material poroso e apresenta usualmente baixa densidade, baixa condutividade térmica, elétrica e acústica, além de baixa resistência à temperatura. Se comparado com o Polietileno de baixa densidade (PEBD) de mesma massa molar, o EVA apresenta maior valor de alongação na ruptura e de resistência ao impacto, e menor módulo de elasticidade (Zattera et al., 2005). A Tabela 3 apresenta as propriedades mecânicas do resíduo de EVA:

Tabela 3. Propriedades mecânicas do resíduo de EVA

<b>Propriedades Mecânicas</b>	<b>Resíduo de EVA</b>
Módulo de Elasticidade (MPa)	41 ± 1
Deformação na Ruptura (%)	238 ± 19
Resistência ao Impacto Izod (J/m)	179 ± 9
Dureza (Shore D)	48 ± 2

Pimentel (2005) afirma que, o EVA é um produto que possui características físico-químicas diferenciadas dos demais elementos utilizados na construção civil, como resíduo, na formação de um produto pode apresentar algumas vantagens, como: bom isolamento acústico, bom isolamento térmico, reduzindo com isso o consumo de energia, boa resistência a compressão e boa ductibilidade, quando submetido a cargas.

Segundo Garlet (1998), trata-se de um resíduo de baixa massa específica, grande capacidade de deformação, com boas características de isolamento acústico e térmico, é estável, inerte e não suscetível a fungos.

#### **3.4.1. Propriedades Térmicas do EVA**

A condutividade térmica (W/m.K) é uma característica física que varia de acordo com as propriedades dos materiais, e que determina sua capacidade de deixar o fluxo de calor atravessar com maior ou menor facilidade. Essas propriedades podem ser a densidade, porosidade, temperatura e umidade.

De acordo com González Cruz (2002), a faixa de valores de condutividade dos materiais é muito ampla, variando de 0,026 W/m.K ,para a espuma de poliuretano, a 389 W/m.K para o cobre. Quanto maior for a condutividade térmica de um material, menor será a resistência térmica do elemento ou componente construtivo. Conforme a NBR 15220:2 (2005), a condutividade térmica do EVA ( $\lambda$ ) = 0,25 W/m.K possuindo densidade aparente ( $\rho$ ) = 118,48 kg/m<sup>3</sup> e calor específico ( $c$ ) = 2,0 kJ/kg.K.

Em estudo realizado por Silva et al. (2012) avaliando o desempenho térmico de blocos confeccionados com EVA, destacaram que, nos ensaios com amostras nas proporções de 60 e 80% de EVA, obtiveram o resultado 0,77 W/m.K e 0,66 W/m.K, respectivamente. Mostrando que quanto maior o teor de EVA, menor a condutividade térmica do produto.

Santos et al. (2016) avaliaram o desempenho térmico de instalações para ovinos providas de forros térmicos confeccionados com materiais alternativos (forro à base de E.V.A. e forro a base de embalagens longa vida). Como resultado, o forro de EVA foi responsável por proporcionar melhores condições de conforto no interior das instalações, apresentando redução na temperatura transmitida ao animal, na ordem de 1,5 a 2,9 °C em função do horário analisado.

#### **3.5. Índices de Conforto Térmico**

Uma maneira de se avaliar o conforto térmico dos animais nas instalações, se dá através do cálculo dos índices, dentre eles, o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) proposto por Buffington et al. (1981) e a Carga Térmica de Radiação proposta por Esmay (1979). Os índices foram desenvolvidos com o objetivo de

determinar níveis de conforto térmico para os animais em relação às condições ambientais. Conforme Moura & Nããs (1993), os índices de conforto térmico representam em uma única variável, tanto os fatores que caracterizam o ambiente térmico, como o estresse que esse ambiente pode exercer sobre ele.

### **3.5.1. Índice de Temperatura de Globo e Umidade**

O ITGU constitui um dos melhores indicadores de conforto térmico, pois as diferenças entre as temperaturas de globo negro e do ar refletem o efeito da radiação sobre o animal, além de ser influenciado pela velocidade do ar e umidade relativa, segundo Oliveira & Esmay (1981), ou seja, O ITGU pode quantificar o efeito combinado de temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e radiação.

Valores altos de ITGU resultam em inibição do desenvolvimento produtivo do animal. Entretanto, essas limitações podem ser resolvidas a partir de um projeto de instalações adequadas, em conjunto com a alimentação e as possíveis técnicas de modificações térmicas no ambiente. Esse índice foi desenvolvido com base no índice de temperatura e umidade (ITU), usando a temperatura de globo negro no lugar de bulbo seco.

Nunes et al. (2008), consideraram o ITGU de 74,5 como ambiente termoneutro para a fase de creche. Campos et al. (2009), ao avaliarem o desempenho térmico de suínos submetidos a duas creches em diferentes dimensões, obtiveram valores máximos do ITGU de 78,5 e valores mínimos de 68,9. Turco et al. (1995) consideraram que, a faixa crítica de ITGU é de 80 para leitões.

Sampaio (2004), em seus estudos com suínos em fase de creche e terminação obteve valores de ITGU nas condições de verão e inverno, respectivamente de 68,9 a 74,8 (ambiente interno no verão) de 55,3 a 61,2 (ambiente interno no inverno) e 70,8 a 84,5 (ambiente externo verão) 57,2 a 67,3 (ambiente externo de inverno). Similar a esse estudo, Furtado et al. (2012) verificaram os parâmetros térmicos para fase de creche na estação seca e chuvosa no semiárido Paraibano, encontrando resultados superiores aos encontrados por Sampaio (2004) em ambas as estações. Na estação chuvosa, o ITGU variou de 74,19 a 79,48 apresentando-se dentro da zona de termoneutralidade para fase de creche. Na estação seca, o ITGU variou de 75,30 a 82,09, o autor afirma que esta estação esteve fora da zona de conforto térmico.

De acordo com Necoechea (1986), leitões em abrigos com escamoteadores vedados e aquecidos por meio de lâmpadas ou resistências elétricas, se encontram em conforto térmico com ITGU entre 82 e 84, e valor crítico abaixo dos 72.

Pesquisas desenvolvidas por Freitas et al. (2015), a partir da análise do desempenho térmico e da frequência comportamental de leitões em duas tipologias de creche, obtiveram resultados para o ITGU na creche 1, médias variando entre 74 e 78 e na creche 2, de 74 a 79, concluindo que em ambas as creches o ITGU ficou acima do limite para condição de conforto, assumindo como referência valores entre 71 e 76, pois segundo a equação proposta por Buffington et al. (1981), considerando a temperatura ideal para leitões na fase de creche entre 22 e 26 °C e umidade relativa do ar de 70%, essa seria a faixa na situação de conforto.

### **3.5.2. Carga Térmica de Radiação**

A carga térmica radiante (CTR), corresponde a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante a ele. Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (Bond & Kelly, 1955). Silva et al. (1990), explicam que a CTR é um dos principais componentes do balanço energético de um animal e sua avaliação é fundamental no estudo da definição do meio ambiente, expõem ainda que é muito importante diminuir nas instalações o balanço de energia entre o animal e o meio, até um limite de otimização. A CTR pode ser calculada através da equação proposta por Esmay (1979).

### **3.6. Análise de Comportamento Suíno**

A observação comportamental está sendo bastante difundida como método de avaliação do conforto térmico animal. Em condições de estresse térmico por calor, devido os suínos não terem a sudorese como mecanismo de proteção às altas temperaturas, utilizam-se exclusivamente da ofegação e de mudanças comportamentais. Kiefer et al. (2010), verificaram mudança no comportamento dos suínos quando submetidos a temperaturas ambientais elevadas, onde os animais permaneceram menos tempo na posição em pé, se alimentando e fuçando e mais tempo deitados.

Quando os suínos são submetidos a um ambiente cuja temperatura é mais baixa do que a do corpo, seu corpo dissipa calor para o ambiente e para combater os efeitos do estresse por frio, comportamentalmente, se abrigam de correntes de vento, se aglomeram e aumentam o nível de atividade física. Os principais mecanismos fisiológicos são o aumento da ingestão de alimentos, diminuição da circulação periférica, piloereção, glicogênese por meio de tremor muscular, queima de tecidos adiposos e, em último caso, utilização das próprias proteínas num processo catabólico (Rodrigues et al., 2000). As mudanças no comportamento social podem ser indicadores de saúde e bem-estar dos indivíduos (Reimert et al., 2013). O comportamento de agrupamento também pode ser exibido para manter o conforto térmico (Cook et al., 2015) ou as condições ambientais (Costa et al., 2014).

Pandorfi et al. (2006), afirmaram que por serem seres homeotérmicos, os suínos são sensíveis as mudanças climáticas, o que os leva a busca por mecanismos fisiológicos (vasoconstrição) e comportamentais (aglomeração e inatividade) como resposta às essas mudanças.

Mount (1968) relata que, os animais exibem o nível de conforto térmico apresentando comportamentos distintos, ora amontoados, ora agrupados, lado a lado ou esparsos. Esses são os padrões de postura dos leitões que se submetem ao frio, ao conforto ou a sensação de calor, respectivamente. Do mesmo modo, Xin (1999) declara que, no frio os leitões se amontoaram uns sobre ou perto dos outros, no conforto ficaram deitados quase tocando uns aos outros e no calor ficaram espalhados.

### **3.6.1. Formas Anormais de Comportamento Suíno**

Quando a produção suína se tornou mais intensiva, a idade de desmame começou a diminuir, o que demonstrou ser um fator importante na otimização da produtividade em virtude do aumento no número de partos por porcas ao ano. Os leitões foram misturados a outros leitões logo após a desmama em uma fase precoce da vida, para que a adaptação as instalações fossem melhores (Benson & Rollin, 2004; Li & Wang, 2011). Com isso, a maioria dos leitões que são criados sob condições comerciais, são separados da mãe quando se tem em média de 3 a 4 semanas de idade (Fels et al., 2012).

A saída da maternidade para a creche representa um choque para os leitões, pois deixam a companhia da porca e, em substituição ao leite materno, passam a se alimentar exclusivamente de ração, mudam de ambiente e há mistura de leitões para formação dos

lotes na creche (EMBRAPA, 2003). A mudança alimentar obriga o leitão a consumir alimento seco, porém alguns apresentam o vício de sucção, que é uma alteração psíquica que leva os leitões ao hábito de sugar o umbigo, a vulva ou a prega das orelhas logo após o desmame (Veloni et al., 2013).

Todos esses fatores estressores que acompanham o desmame fazem com que os leitões respondam de diversas formas, o que pode influenciar o desenvolvimento de comportamento, o qual por sua vez, pode alterar a resposta comportamental do leitão para ambientes de “stress” em fases posteriores da vida (Li & Wang, 2011), principalmente, quando são colocados em ambientes confinados, como é o caso das creches comerciais, onde durante o estabelecimento de uma nova hierarquia social no grupo, há intensas e longas brigas, resultando em lesões, muitas vezes grave (Barnett et al., 1994).

Além disso, o estresse pode levar os animais a desenvolverem estereotípias, ou seja, comportamentos anormais ou inadequados na criação, como mordida de caudas, pressionar o bebedouro sem beber água, movimento de mastigação, vocalização excessiva, esfregar a cabeça ou permanecer deitado, sentado e/ou sem movimentação (Fraser & Broom, 1990). Essa manifestação de comportamento anômalo trás inúmeras consequências para o organismo animal, como por exemplo, maior fragilidade do sistema imunológico, aumento da suscetibilidade a doenças e redução da produtividade (Machado Filho & Hotzel, 2000).

### **3.6.2. Análise por Imagem Termográfica**

A termografia infravermelha vem assumindo, não apenas a nível experimental, um papel cada vez mais relevante como método seguro, não invasivo, permitindo retratar um perfil térmico de forma gráfica em diversos segmentos da engenharia e da saúde, como a análise desde a eficiência térmica dos materiais utilizados nas construções ao diagnóstico de vazamentos, umidade e isolamentos das instalações, inspeção da integridade de equipamentos elétricos/eletrônicos, problemas de fluxo e fluidos e auxílio no diagnóstico de lesões na medicina humana e animal.

O uso de imagem termográfica é uma ferramenta que pode ser utilizada para auxílio no entendimento do comportamento animal, o qual demonstra a influência do conforto ou o desconforto térmico dos pisos sobre os mesmos. Mostaço et al. (2015), relacionaram a imagem termográfica com temperatura retal e frequência respiratória para avaliação de

bem-estar em função do ambiente térmico em suínos de fase creche, concluíram que o uso da termografia permitiu melhor compreensão sobre o comportamento animal em função das outras variáveis. Segundo Bouzida et al. (2009) a utilização da análise de termografia infravermelha torna possível identificar pontos de valores distintos de temperatura radiante e tem sido valiosa para o reconhecimento de eventos fisiológicos em animais. Stewart et al. (2005) afirmam que, a temperatura infravermelha pode detectar alterações no fluxo sanguíneo periférico, podendo ser uma ferramenta útil para avaliar o estresse em animais.

De acordo com Mello et al. (2012), a imagem termográfica é uma ferramenta útil para a coleta não invasiva de temperaturas, mostrando-se como facilitadora para identificar diferenças significativas de temperatura de superfície. Esta avaliação ambiental automatizada baseada em comportamentos. Knížková et al. (2007) citam que, a câmera termográfica é capaz de detectar variações mínimas de temperatura com precisão.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Caracterização do Clima na Região**

O município de Bananeiras está localizado na Microrregião do Brejo e na Mesorregião do Agreste Paraibano, com latitude 6° 45' 4" S e longitudes 35° 38' W, está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, com Área é 258 km<sup>2</sup>. A sede do município tem uma altitude aproximada de 522 m distando 94 km da capital, João Pessoa. As condições climáticas amenas são devido à altitude e a cobertura vegetal e ainda comandadas pela ação expressiva da massa de ar Equatorial atlântica, oriunda da zona de alta pressão estabelecida no Oceano Atlântico ou Zona dos alísios do Sudeste (SE) do anticiclone do Atlântico Sul. De acordo com a classificação de Köppen, o clima do município de Bananeiras é considerado do tipo As – do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco, sendo um dos trechos mais úmidos da Borborema. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se prolongar até outubro (CPRM, 2005).

Bananeiras possui uma temperatura média anual de 23,7 °C, com temperatura mínima oscilando entre 16,8 a 20,3 °C, e máxima entre 24,8 a 29,7 °C. O valor médio da umidade relativa do ar anual situa-se em torno de 80%. A pluviosidade média anual é de 1.174,7 mm (Medeiros et al., 2015).

O desenvolvimento da pesquisa compreendeu o período de transição entre o inverno e a primavera, com duração de 20 dias, com início em 28 de setembro e término em 18 de outubro de 2016.

### **4.2. Tipologia da Instalação**

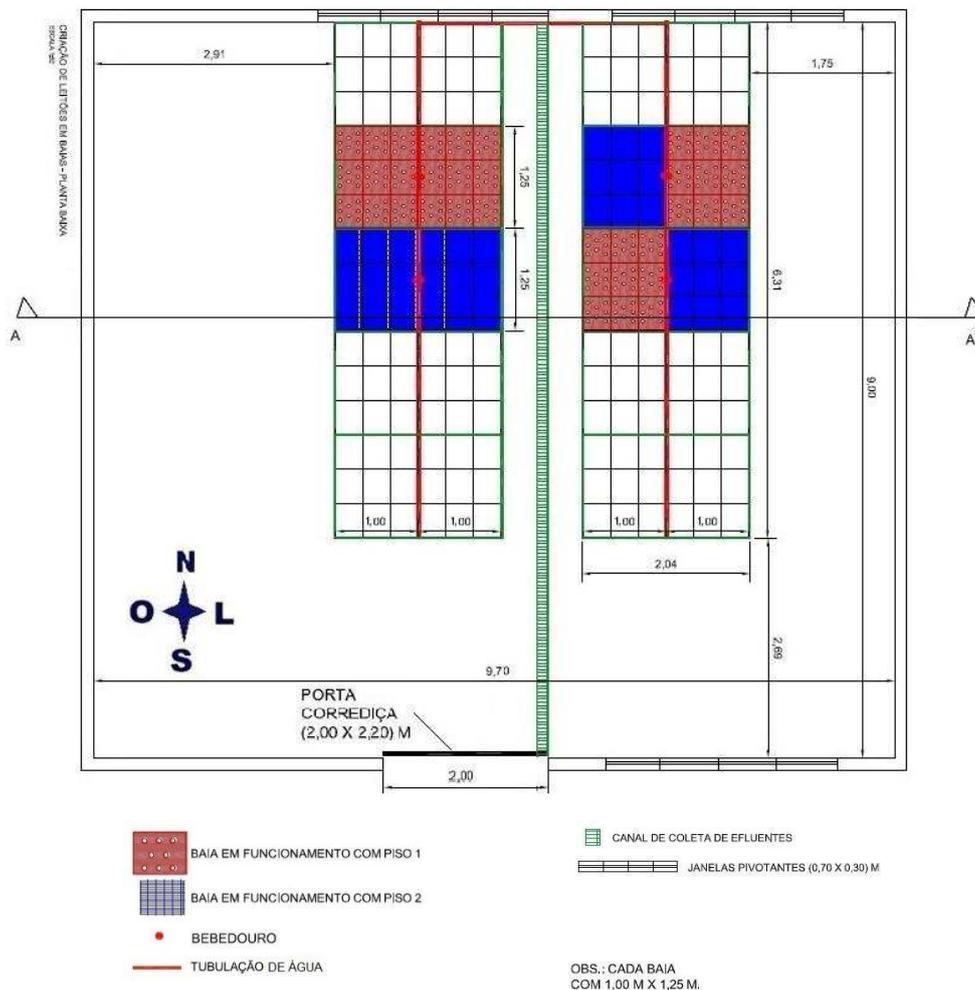
O experimento foi conduzido na área experimental da suinocultura do *campus III* da Universidade Federal da Paraíba, município de Bananeiras. Foi utilizada a instalação de creche suína com dimensões de 9,70 x 9,00 x 3,90 m, correspondendo à área de 87,3 m<sup>2</sup> onde foram alocados 24 leitões desmamados com idade média de 21 dias.

A instalação da creche suína possui orientação no sentido Leste-Oeste, composta por pilares de concreto armado e paredes em alvenaria. A iluminação do galpão é feita por dezoito lâmpadas fluorescentes tubulares. A ventilação e a entrada de luz solar no interior da instalação são obtidas através de janelas pivotantes e pelo portão de acesso a sala. São doze janelas com dimensões de 0,70 x 0,30 m, sendo oito na fachada norte e

quatro na fachada sul. O portão de acesso é do tipo correção e possui dimensões de 2,00 x 2,20 m, por estar localizado na face sul da instalação, e as direções dos ventos dominantes ser a sudeste, o portão permaneceu fechado com lona plástica para evitar a incidência direta de correntes de ar frio sobre os leitões.

A cobertura foi feita com laje em duas águas e telhas de fibrocimento com inclinação de 15%. O piso é em concreto com uma vala no corredor central entre as baias por toda largura da sala. A instalação possui vinte baias metálicas, cada uma possui as dimensões de 1,25 x 1,0 x 0,65 m com área do piso correspondendo a 1,25 m<sup>2</sup>, suspensas a 0,65 m do nível do solo, com capacidade para alojar em média 5 leitões. A distribuição das baias no interior da instalação é feita em quatro linhas dispostas no sentido norte-sul. Os bebedouros são do tipo chupeta (nipple) feitos em uma linha central ao longo das baias, e os cochos em madeira com dimensões 0,50 x 0,15 m, dispostos do lado oposto ao bebedouro, Figura 1.

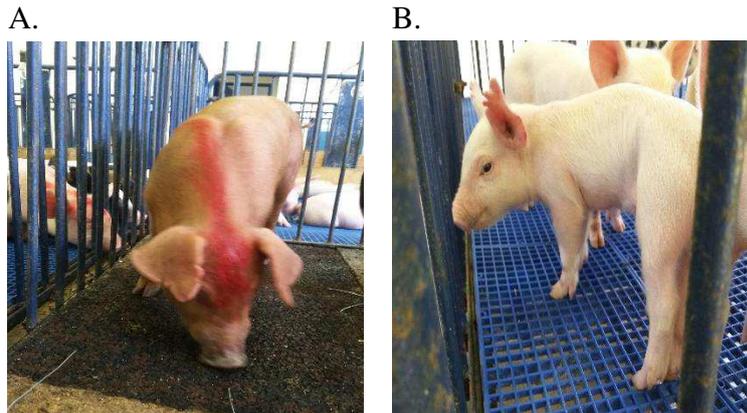
Figura 1. Planta baixa da sala de creche e distribuição dos tratamentos



### 4.3. Confeção das Placas em EVA

Foram utilizados dois tratamentos com quatro repetições, cujos tratamentos estão apresentados nas Figuras 2A e 2B.

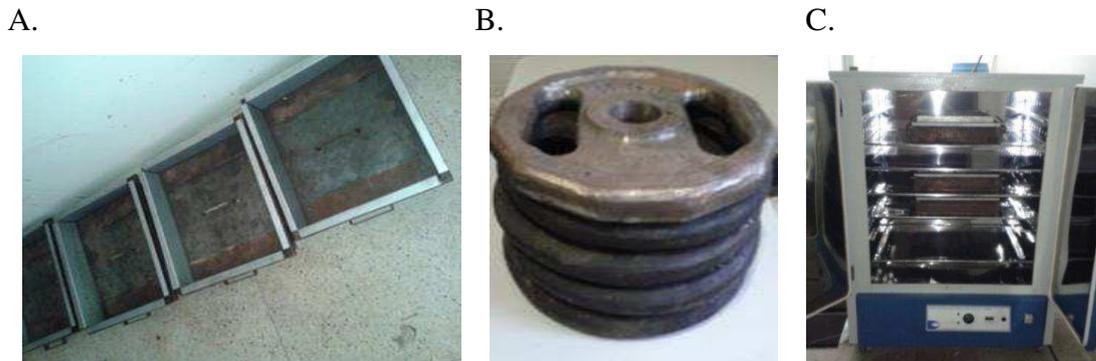
Figura 2. Tratamento 1: Placas em EVA + Piso Plástico Vazado - Piso 1 (A);  
Tratamento 2: Piso Plástico Vazado - Piso 2 (B)



A produção das placas de EVA foi realizada no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LaCRA), da Universidade Federal de Campina Grande. Os resíduos passaram primeiramente por trituração em moinho, posteriormente, o material peneirado para separação do resíduo por tamanho de partícula. A granulometria média utilizada foi de 2,80 mm.

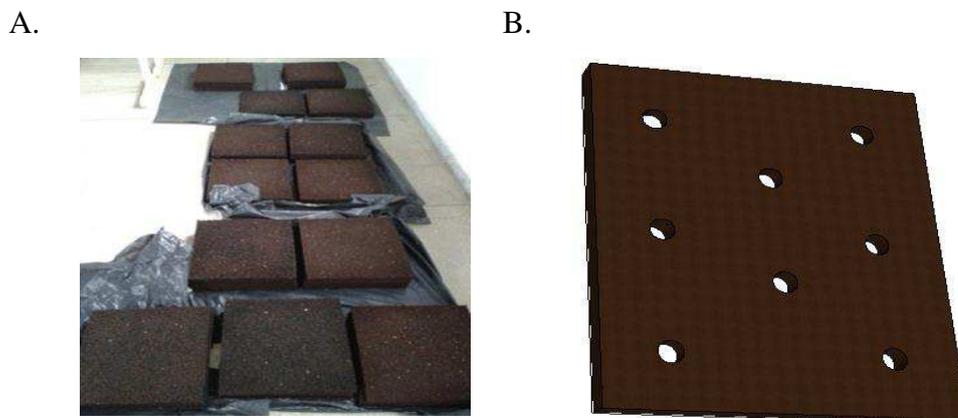
O resíduo de EVA foi colocado em fôrmas metálicas com dimensões 39 x 34 x 8 cm, como mostra a Figura 3A, sendo as fôrmas preenchidas até a espessura de 6 cm. Para evitar a aderência do material à fôrma, a mesma foi untada com óleo de motor automotivo. Para a compactação do material utilizou-se 16 kg de carga total, sendo 10 kg através de anilhas, conforme Figura 3B, onde essas anilhas foram espalhadas uniformemente sobre a tampa, e 6 kg da tampa da fôrma. Em seguida, o conjunto (fôrma, resíduo e carga) foi levado a estufa, Figura 3C, permanecendo por 8 h a 120 ° C.

Figura 3. Fôrmas de aço utilizadas na confecção das placas para piso (A); anilhas para compactação do material (B); Estufa (C)



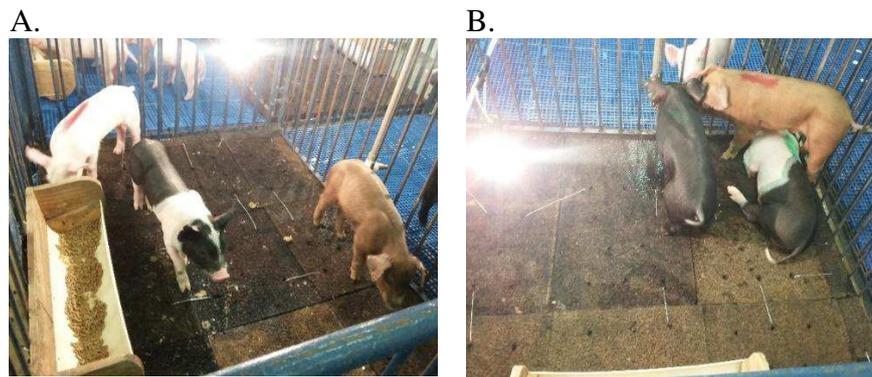
Decorrido o período na estufa, as placas foram retiradas, resfriadas ao ar livre por 10 h e, em seguida, desenformadas. A dimensão final das placas foi de 39 x 34 x 2 cm. Com intuito de facilitar a limpeza e drenagem dos dejetos, utilizou-se uma furadeira com broca de aço de 10 mm, para abertura de 8 furos em cada placa, conforme as Figuras 4A e 4B.

Figura 4. Placa de EVA compacta (A); Resultado final da placa em EVA com furos (B)



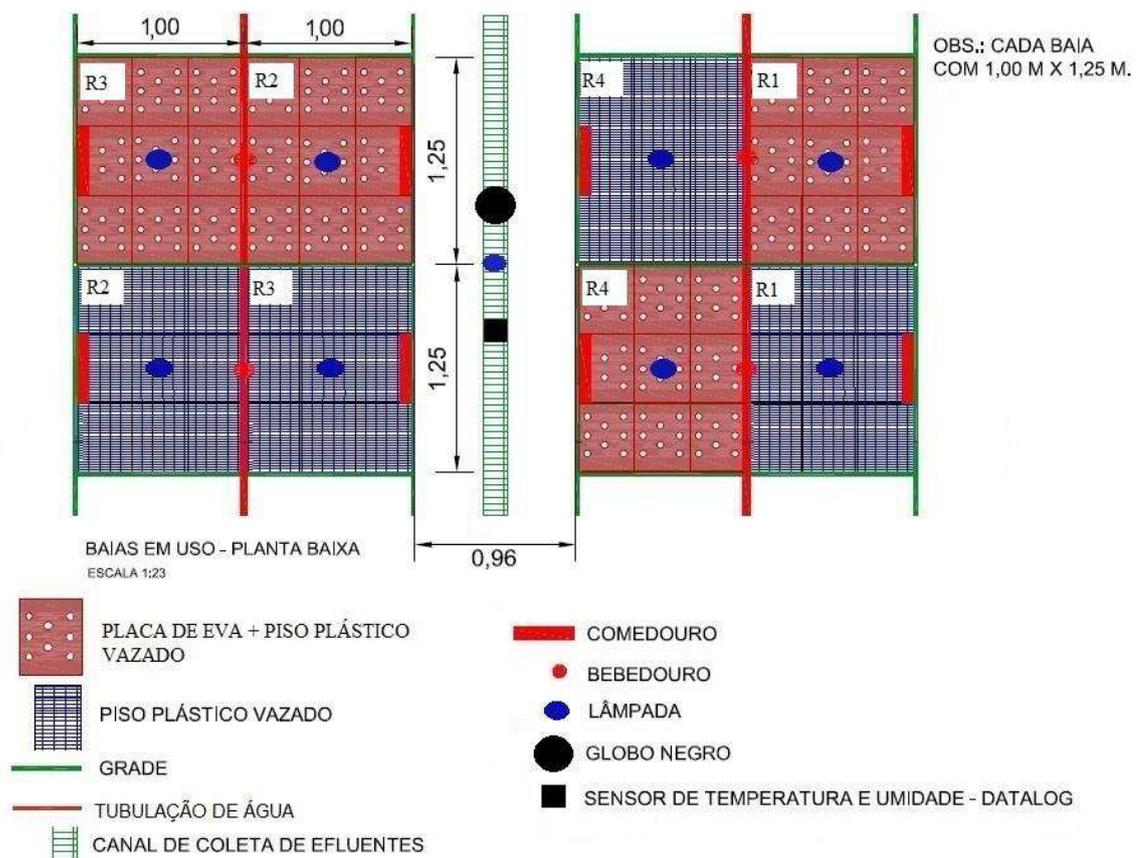
Para fixação das placas de EVA ao piso plástico, foi utilizado arame na amarração, Figuras 5A e 5B.

Figura 5. Fixação das placas de EVA com arame sobre o piso plástico vazado (A) e (B)



A distribuição dos pisos foi realizada por sorteio, como mostra a Figura 6.

Figura 6. Vista superior da disposição dos pisos nas baias, comedouros, bebedouros, lâmpadas e sensores



Com o fim da comercialização das lâmpadas incandescentes, foram utilizadas no experimento para o aquecimento dos leitões, lâmpadas halógenas comuns de 70 W com fluxo luminoso de 1200 lm, por estarem disponíveis no mercado e por produzirem calor

de modo semelhante às incandescentes comuns, sendo ligadas apenas no período com menores temperaturas, entre as 17 e 9 h. As lâmpadas foram posicionadas no centro de cada baia a 60 cm acima do piso, Figura 7.

Figura 7. Aquecimento dos leitões feito com lâmpadas halógenas.



#### 4.4. Animais Utilizados

Os animais utilizados são resultado do cruzamento de cachaços e matrizes: Piétrain x Hampshire, Landrace x Topigs e Hampshire x Piétrain. A distribuição dos animais nas baias foi feita com base em seu peso, com intuito de diminuir possíveis influências dos animais maiores sobre os menores, cada tratamento recebeu dois blocos com seis leitões leves e seis leitões pesados, conforme Tabela 4, destes, o representante de cada repetição foi o leitão com peso mais próximo à média do grupo.

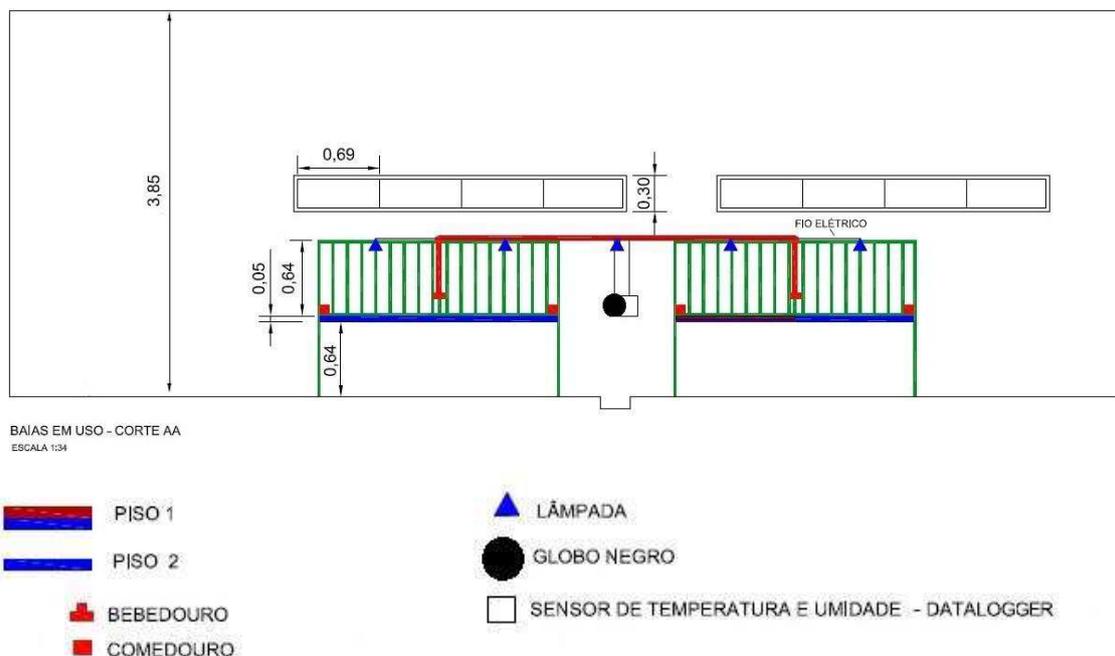
Tabela 4. Distribuição dos leitões nas baias por bloco: leves e pesados

Piso 1	Bloco	Animal	Peso Inicial (kg)	Média (kg)	Piso 2	Bloco	Animal	Peso Inicial (kg)	Média (kg)
R1	Pesado	1	7,70	7,37	R1	Pesado	13	7,65	7,32
	Pesado	2	7,35			Pesado	14	7,40	
	Pesado	3	7,05			Pesado	15	6,90	
R2	Pesado	4	6,85	6,72	R2	Pesado	16	6,90	6,72
	Pesado	5	6,75			Pesado	17	6,85	
	Pesado	6	6,55			Pesado	18	6,20	
R3	Leve	7	5,75	5,40	R3	Leve	19	6,20	5,57
	Leve	8	5,70			Leve	20	5,35	
	Leve	9	4,75			Leve	21	5,15	
R4	Leve	10	4,45	4,18	R4	Leve	22	4,65	4,22
	Leve	11	4,35			Leve	23	4,25	

#### 4.5. Coleta de Dados

Os dados de temperatura do ar e umidade relativa no ambiente externo à instalação foram obtidos através da estação meteorológica local. As variáveis ambientais no interior da instalação como temperatura do ar, umidade relativa e temperatura de globo negro, foram realizadas durante todo período experimental, com leituras programadas em intervalos de 30 min. Utilizou-se o datalogger modelo HT-70 e marca Instrutherm, para leitura e armazenamento de dados de temperatura do ar e umidade relativa. Para a obtenção das temperaturas de globo negro foi adaptado um sensor de temperatura (termopar) no interior de uma esfera oca de polietileno pintada na face externa na cor preta fosca, já para o armazenamento dos dados utilizou-se o microcontrolador Arduino Uno. Ambos os sensores foram instalados no corredor central da instalação e posicionados na altura do centro geométrico dos leitões (Figura 8).

Figura 8. Pontos de coleta de dados no corredor central da instalação



Com os dados do ambiente térmico foi calculado o ITGU a partir da equação desenvolvida por Buffington et al. (1981), expresso pela Equação 1:

$$ITGU = T_g + 0,36 T_o + 41,5 \quad (1)$$

Em que:

$T_g$  - Temperatura de globo negro ( $^{\circ}\text{C}$ );

$T_o$  - Temperatura do ponto de orvalho ( $^{\circ}\text{C}$ ).

E posteriormente, a CTR pela equação proposta por Esmay (1979), Equação 2:

$$CTR = \sigma (TRM)^4 \quad (2)$$

Em que:

CTR – carga térmica de radiação ( $\text{W}/\text{m}^2$ );

$\sigma$  – constante de Stefan Boltzmann =  $5,67 \cdot 10^{-8}$  ( $\text{K}^{-4}$ );

TRM – temperatura radiante média (K).

Vinculado a Equação 1:

$$TRM = 100 \cdot \{[2,51 \cdot Vv^{0,5} \cdot (T_g - T_{bs}) + (T_g/100)^4]^{0,25}\} \quad (3)$$

Em que:

$T_g$  - Temperatura de globo negro (K);

$T_{bs}$  - Temperatura de bulbo seco (K);

$V_v$  - Velocidade do vento (m/s).

A leitura e coleta de dados de luminosidade e velocidade do vento foram mensuradas a partir da utilização do aparelho da marca Instrutherm e modelo Thal 300. As coletas foram realizadas a cada três dias, contabilizadas a partir do primeiro dia de experimento, utilizando intervalos de 2 h, com início às 6 h e termino às 18 h.

#### **4.6. Variáveis Comportamentais**

Para compreensão da eficiência dos pisos em função da sensação de conforto térmico dos animais, utilizou-se como ferramenta a análise do mapeamento da temperatura

superficial dos pisos e dos animais por meio das imagens termográficas, bem como a análise das frequências comportamentais dos animais.

#### **4.6.1. Mapeamento Térmico Superficial**

Embora a forma mais comum de medir a temperatura corporal de suínos seja via temperatura retal, nesse experimento, as medições foram de forma não invasiva, utilizando a câmera termográfica da marca Flir e modelo TG165, com precisão de  $\pm 0,15$  °C, amplitude térmica de  $- 25$  a  $380$  °C e intervalo de espectro infravermelho de  $8$  a  $14$   $\mu\text{m}$ . O mapeamento térmico superficial tanto dos leitões quanto dos pisos foi utilizado como uma ferramenta que permitiu a identificação de diferenças significativas de temperatura, e teve como intuito auxiliar as respostas sobre análise do comportamento animal em detrimento da eficiência térmica dos pisos.

As imagens foram registradas uma vez por semana, dentre essas, a primeira e última semana do experimento coincidiram com a avaliação comportamental dos animais. Os registros foram realizados durante 24 h em intervalos de 2 h. Nos leitões foram coletadas as temperaturas com foco na região lombar e nos pisos na região central da baia.

#### **4.6.2. Frequência Comportamental**

A análise do comportamento foi realizada através da observação in loco e teve como objetivo verificar as frequências de comportamento dos animais em função dos tipos de pisos envolvidos no estudo, tendo como base o etograma proposto por Sabino et al. (2011) e Freitas et al. (2015), conforme Tabela 5.

Tabela 5. Etograma para leitões em fase de creche alojados em baias sobre diferentes pisos

<b>Comportamento</b>	<b>Descrição</b>
Deitado ou Dormindo Aglomerado	Leitão deitado (com olhos abertos ou fechados) ou dormindo junto a outros leitões.

Deitado ou Dormindo Separado	Leitão deitado (com olhos abertos ou fechados) ou dormindo sozinho.
Fuçando o Piso	Quando o leitão estava fuçando o piso.
Comendo	Quando o leitão teve acesso ao comedouro, verificando-se o consumo de ração.
Bebendo	Quando o leitão teve acesso ao bebedouro, verificando-se o consumo de água.
Comportamento Agonístico	<p>* Brigando: interação agressiva com o ato de perseguição ao bater ou empurrar outro leitão com a cabeça em paralelo ou na perpendicular;</p> <p>* Mordendo o outro: interação agressiva, mordendo em uma parte do corpo de outro leitão.</p>
Outros	<p>* Sentado: quando o leitão se apoiava sobre os membros dianteiros, se sentando sobre os membros traseiros;</p> <p>* Parado em pé: corpo apoiado nas quatro pernas (não caminhando);</p> <p>* Brincando: interação social com o ato de correr dentro da baía ou de “monta”, com caráter lúdico;</p> <p>* Excretando dejetos: quando o leitão estava defecando ou urinando.</p>

---

Fonte: (Sabino et al., 2011; Freitas et al., 2015) modificado pela autora

Foram destinados quatro dias para adaptação dos animais as condições da sala de creche e após esse período, foram realizadas as observações comportamentais dos animais em um dia da primeira e última semana do experimento, obtido através de sorteio. A avaliação foi realizada durante 24 h de forma contínua utilizando um intervalo amostral de 5 min, conforme metodologia descrita por Martin & Bateson (1986). Os dados foram analisados através do somatório das frequências comportamentais.

#### 4.7. Índices Produtivos

A ração utilizada foi a do tipo peletizada seca, fornecida à vontade durante toda fase experimental. A análise dos parâmetros zootécnicos dos animais foi realizada adotando-se a metodologia convencional para o registro de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Os leitões foram pesados no primeiro e no último dia do experimento. O ganho de peso diário (GPD) foi obtido dividindo o ganho de peso no período pelo número de dias em que os animais permaneceram na creche, de acordo com a Equação 2:

$$GPD = \frac{GPP}{ND} \quad (4)$$

Em que:

GPD – Ganho de peso diário (kg/dia);

GPP – Ganho de peso no período (kg);

ND – Número de dias que os leitões permaneceram na creche.

Para cada repetição foram armazenados 25 kg de ração em baldes plásticos; ao fim do experimento foram mensurados o consumo de ração no período (CRP), descontando-se as sobras nos baldes e o desperdício de ração dentro e fora de cada baia, e por fim, foi feito o cálculo da conversão alimentar (CA) dos leitões, com base no consumo de ração total no período, dividido pelo ganho de peso total no período.

#### **4.8. Delineamento Experimental**

Foram realizadas análises estatísticas por meio do programa Statistical Analysis System-SAS<sup>®</sup> adotando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos e quatro repetições. A análise dos dados foi referente à temperatura superficial dos pisos e dos leitões, as frequências comportamentais e índices produtivos. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias feita pelo teste de Tukey a 5%.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Análise das Variáveis Meteorológicas

Os valores das variáveis meteorológicas são resultados do registro de dados coletados pelos sensores instalados no interior da creche suína, durante o período experimental de 20 dias consecutivos. Posteriormente foram discutidos os resultados baseados na análise das variáveis meteorológicas de temperatura do ar ( $T_{ar}$ ), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (Tgn), velocidade do vento ( $V_v$ ) e Luminosidade, além dos índices de conforto térmico, como o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e a carga térmica de radiação (CTR), bem como as respostas comportamentais e produtivas dos leitões.

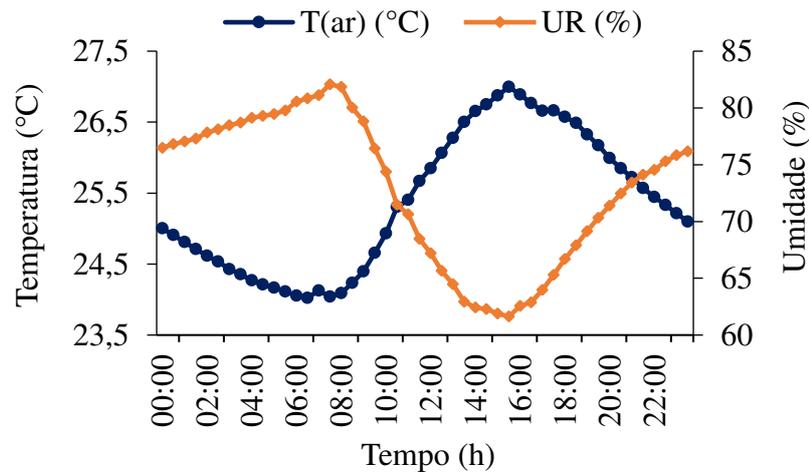
Na Tabela 6 estão descritos os valores médios das máximas e mínimas dos dados meteorológicos no interior da instalação durante o experimento.

Tabela 6. Valores médios mínimos e máximos de  $T_{ar}$ , UR, Tgn,  $V_v$  e Luminosidade no interior da instalação

Variáveis Meteorológicas	Valores Médios (20 dias)	
	Mínimo	Máximo
$T_{ar}$ (°C)	24,03	27,0
UR (%)	61,63	82,08
Tgn (°C)	24,65	27,75
$V_v$ (m/s)	0,0	0,0
Luminosidade (lux)	232,0	467,0

Na Figura 9, são apresentados os valores médios diários através de curvas comportamentais de  $T_{ar}$  (°C) e UR (%) no interior da instalação, durante o período experimental.

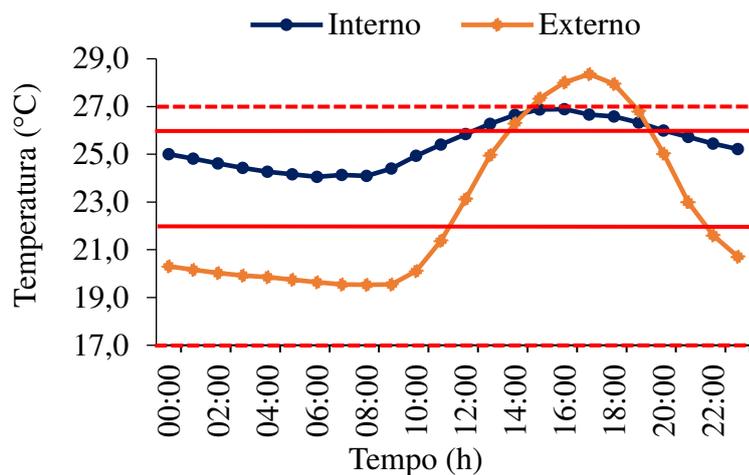
Figura 9. Valores médios de  $T_{(ar)}$  e UR ao longo do dia durante a fase experimental



Pela observação da Figura 9, é possível perceber a tendência de variação diária entre a  $T_{(ar)}$  e UR; nessa condição a  $T_{(ar)}$  apresentou-se com tendência de evolução inversa à UR por todo período avaliado, ou seja, os horários de maiores temperaturas foram sempre acompanhados do decréscimo da UR. Isso ocorre devido à contração ou expansão do volume de ar em função da variação de temperatura. Essa variação de volume impõe um limite à quantidade de vapor d'água que pode ser retida pelo volume de ar, ou seja, quanto maior a temperatura, maior a quantidade saturante de vapor d'água. Nessas condições, a tendência de variação diária da umidade relativa do ar está relacionada ao fato de que, a pressão parcial de vapor ( $e_a$ ) varia pouco durante o dia, mas a pressão de saturação ( $e_s$ ), muda exponencialmente com a temperatura do ar. Portanto, a UR terá tendência de evolução inversa à da  $T_{(ar)}$  (Pandorfi, 2002).

Como forma de atenuar a amplitude térmica no interior da sala, a instalação permaneceu fechada na maior parte do período diurno e noturno, sendo possível perceber na Figura 10, a diferença entre a amplitude térmica média no meio externo e interno na instalação ao longo do dia.

Figura 10. Valores médios de  $T_{(ar)}$  no ambiente interno e externo a creche suína ao longo do dia



\*Faixa ideal (linha contínua); \*Limite crítico superior e inferior (linha tracejada).

Analisando isoladamente os valores médios de  $T_{(ar)}$  nos horários mais críticos do dia, para condição de produção nesta fase, onde períodos mais frios são considerados mais críticos para leitões é possível observar que, mesmo nos horários mais frios ao longo do dia, a temperatura média mínima no interior da instalação foi de 24,0 °C às 6h30min, enquanto a média mínima externa no mesmo horário foi de 19,5 °C. A partir das 8 h a  $T_{(ar)}$  aumenta gradativamente na sala da creche, atingindo média máxima às 15h30min. de 27 °C, devido a maior carga térmica de radiação neste horário, apresentando amplitude térmica com valor médio de 2,97 °C, o que evidencia um ambiente mais estável com pequenas variações de temperatura ao longo do dia, ideal para criação de leitões desmamados. No ambiente externo, a média máxima de  $T_{(ar)}$  foi às 17 h com 28,4 °C e amplitude média ao longo do dia de 8,9 °C.

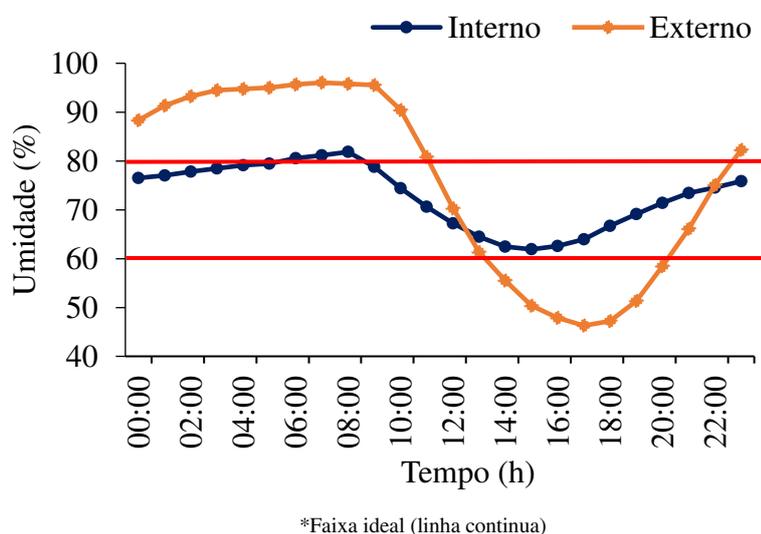
A  $T_{(ar)}$  no interior da instalação apresenta-se dentro da faixa de conforto térmico estabelecida por Perdomo et al. (1985), que considerou o limite ideal para leitões desmamados entre 22 e 26 °C, com temperatura crítica inferior abaixo dos 17 °C e temperatura crítica superior acima dos 27 °C.

Das 12h30min às 19h30min os valores médios de  $T_{(ar)}$  não ficaram dentro da faixa ideal de conforto térmico, porém não excederam a faixa crítica superior, esse período representa 29% do tempo total de registro ao longo do dia. Demonstrando que a exigência quanto à temperatura no interior da sala de creche estava dentro dos limites aceitáveis.

Os limites extremos de aceitabilidade de UR para os leitões não estão bem esclarecidos, havendo divergências em muitos resultados, no entanto, o que se verifica é que altos valores de UR diminuem a habilidade de dissipação de calor corporal em

suínos quando associado a altas temperaturas. A Figura 11 ilustra os valores médios de UR dentro e fora da instalação no período experimental.

Figura 11. Valores médios diários de UR (%) no ambiente interno e externo a creche suína



De maneira análoga ao utilizado para  $T_{(ar)}$  na análise a partir dos horários mais críticos ao longo do dia, verifica-se que apenas no horário compreendido entre 6 h e 8h30min, que corresponde a 8% do tempo de registro ao longo do dia, a UR ultrapassou a faixa considerada ideal para leitões, atingindo média máxima de 82,08% às 7h30min. Essa análise foi baseada nos estudos desenvolvidos por Bortolozzo et al. (2011) e Sousa Júnior et al. (2011), que consideraram a faixa ideal de UR para o conforto térmico de suínos na fase de creche situando-se entre 60 e 80%, quando associado as condições satisfatórias de temperatura, ou seja, entre 22 e 26 °C.

Contudo, é importante salientar que o horário das 7h30min, onde foi verificado o pico máximo da UR, corresponde também ao horário de lavagem da sala da creche, que estando associada à falta de ventilação no interior da instalação, corroborou para a elevação sobre as médias de UR neste horário.

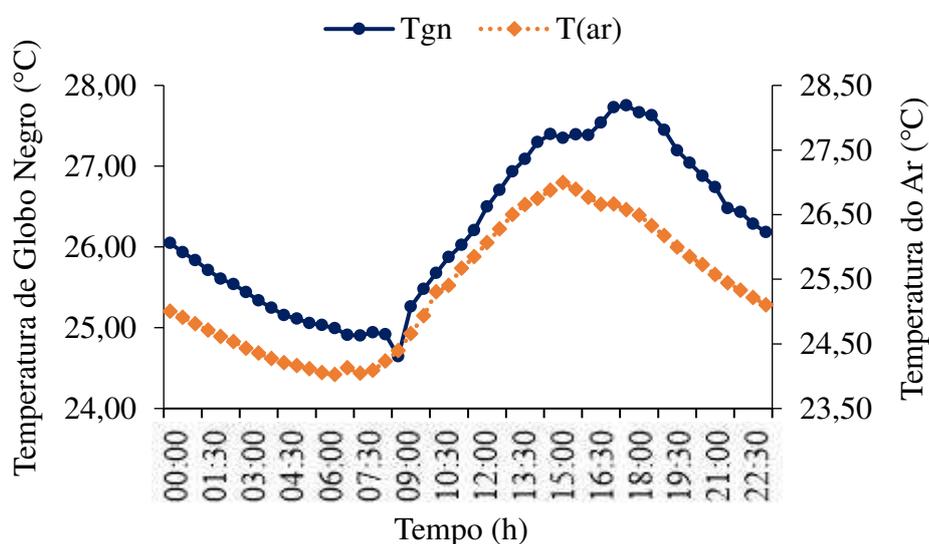
Nos demais períodos do dia a variação da UR esteve sempre dentro da faixa estabelecida como ideal. Às 15h30min observa-se a menor média de UR atingindo 61,63%, o que pode ser atribuído ao aumento da  $T_{(ar)}$  por compreender um período de maior incidência solar.

O ambiente externo apresentou maior amplitude da UR comparado ao interior da sala, o que pode ser conferido à concepção arquitetônica da construção como também

ao fato da sala permanecer fechada na maior parte do tempo, evitando assim maior influência do meio externo, e isso significa dizer que, para o período estudado a UR no interior da instalação, atendeu a condição de conforto para suíno na fase de creche.

Devido à radiação exercer influência acentuada no processo de transferência do calor entre o animal e o ambiente, foi utilizado a T<sub>gn</sub> como indicativo da sensação térmica dos leitões, já que seu fundamento se baseia em uma leitura maximizada da absorção da radiação, proveniente das superfícies de exposição, dos animais e da irradiação solar, que neste caso, ocorreu de forma indireta. A Figura 12 apresenta a variação média diária da T<sub>gn</sub> na sala de creche, durante o período do experimento.

Figura 12. Variação média diária da T<sub>gn</sub> no interior da creche suína



Nota-se uma queda súbita de valor registrada pelo sensor às 9 h, o que corresponde ao horário de desligamento das lâmpadas halógenas, obtendo média mínima de 24,6 °C. Após este horário até às 15 h, o aumento da T<sub>gn</sub> ocorre gradativamente devido à influência da incidência solar sobre a instalação, havendo um leve declínio das 15h30min às 17h, posteriormente o seu valor eleva em função do horário de ligamento das lâmpadas, atingindo média máxima de 27,7 °C às 18 h. Verifica-se que a T<sub>gn</sub> registrada ao longo do dia, resultou em uma amplitude térmica média de 3,1 °C, comparando com a T<sub>(ar)</sub> a diferença média de amplitude ao longo do dia está na ordem de 0,13 °C, evidenciando um comportamento similar entre as variáveis meteorológicas.

No momento que a T<sub>(ar)</sub> atinge média máxima de 27 °C às 15h30min a T<sub>gn</sub> registra média de 27,7 °C, muito embora, a média máxima ocorra às 18 h, o que pode ser

justificado pelo atraso da transferência de calor, devido à concepção arquitetônica da instalação combinado ao efeito da irradiação das lâmpadas halógenas neste horário.

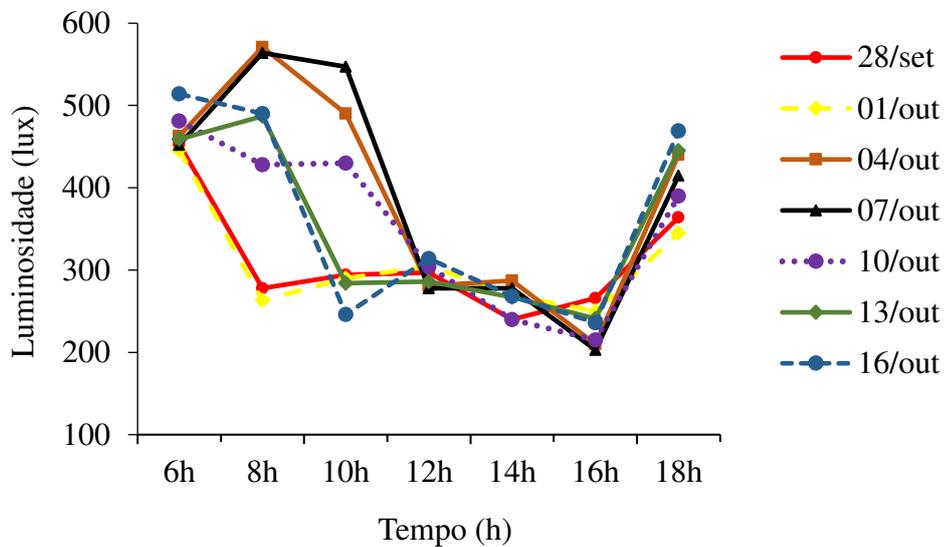
Para os resultados de velocidade dos ventos, em todos os horários e dias de coleta não houve registro dessa variável no interior da instalação, em razão da sala permanecer fechada na maior parte do tempo e o fluxo de passagem do ar pelas janelas, quando abertas, serem insignificantes. Morrison et al. (1976); Vaquero (1981); Scott et al. (1983) e Dividich & Rinaldo (1989) consideram que, o ideal é ter velocidade do vento de 0,3 m/s para ventilação sanitária e fluxo de ventilação de 6 m<sup>3</sup>/s/animal, adequado para os leitões no interior da instalação.

Apesar da deficiência de ventilação dentro da instalação, o balanço térmico dos animais com o ambiente não foi afetado em razão das condições de T<sub>(ar)</sub> e UR estarem dentro dos limites aceitáveis, assim como, pelo fato de dispor de maior área em função do número de animais alojados.

Perdomo (1987), com o objetivo de determinar a influência de diferentes taxas de renovação do ar no desempenho de leitões e no acondicionamento ambiental da maternidade, conduziu um experimento utilizando quatro taxas de renovação do ar: 115; 67,5; 47 e 19 m<sup>3</sup>/min e usou a ventilação natural como testemunha. Concluiu que não houve diferença no desempenho dos animais, estando os tratamentos com 19 m<sup>3</sup>/min e o natural apresentando a menor capacidade de renovação de ar no interior da instalação.

Na Figura 13 pode ser visualizado o comportamento gráfico da iluminação no interior da instalação nos dias de coleta. É possível notar os picos de luminosidade, principalmente nos horários das 6, 8 e 18 h, por corresponder aos horários em que as lâmpadas halógenas estavam ligadas. Nestes horários, os valores médios de luminosidade variaram de 410 a 467 lux. As 6 e 8 h apresentam valores ainda maiores por causa da associação das lâmpadas com a incidência da luz solar advinda das janelas. Vale salientar que, nos dias que apresentaram menores valores nestes horários, foram dias com maior nebulosidade, apresentando diferença de temperatura de até ± 3 °C no interior da instalação.

Figura 13. Iluminância nos dias de coleta no interior da creche suína em função do horário



Nos demais horários devido à fonte de iluminação ser apenas a luz solar, os valores médios variaram entre 232 a 369 lux. As recomendações da ABCS (2014) de que o fluxo luminoso para essa fase de produção, deve ser de no mínimo 10 lm, foram atendidas, pois de acordo com as características técnicas, cada lâmpada halógena de 70 W de potência e tensão de 220 V, é capaz de produzir um fluxo de 1200 lm.

Estudos desenvolvidos por Souza Júnior et al. (2011) e Ferreira et al. (2016), a partir da influência do fotoperíodo em diferentes programas de iluminação sobre o desempenho dos leitões, concluíram que não apresentaram melhorias no desempenho dos animais que justificassem a sua utilização.

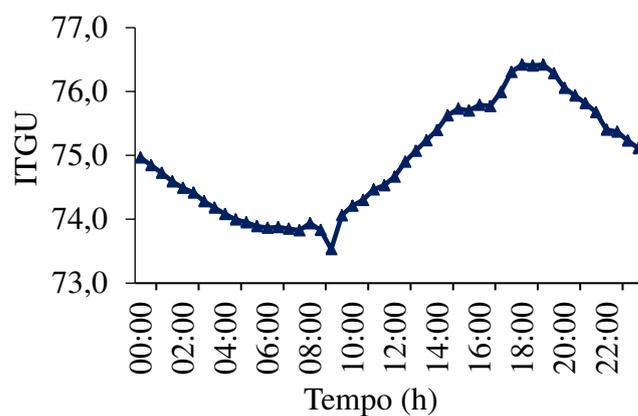
## 5.2. Índices de Conforto Térmico

### 5.2.1. Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU)

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) é um dos índices ambientais de conforto térmico mais utilizado na comparação entre sistemas construtivos para animais. Considerando a temperatura ideal entre 22 e 26 °C e umidade relativa do ar entre 60 e 80%, os valores de ITGU na situação de conforto para suínos na fase de creche, segundo a equação proposta por Buffington et al. (1981), estão entre 71 a 76, assim, assumindo essa como a faixa de conforto para suínos na fase de creche.

A Figura 14 apresenta os valores médios de ITGU durante o período experimental, nota-se que nos horários que ocorrem aumento progressivo dos valores médios de Tgn, com máxima obtida às 18 h de 27,7 °C, o ITGU correspondeu a 76,4. Esse resultado pode ser atribuído ao efeito combinado do retardo da transferência de calor pelas paredes e cobertura para o interior da instalação, junto ao calor fornecido pelas lâmpadas halógenas. Após as 19 h o ITGU diminui gradativamente, estabilizando-se após as 5 h, devido o aumento da temperatura na sala da creche em função da incidência de luz solar nas paredes e janelas junto ao efeito da radiação das lâmpadas. Às 9 h com o desligamento das lâmpadas, ocorre uma diminuição média dos valores Tgn, resultando no ITGU correspondente a 73,5.

Figura 14. Variação média dos valores de ITGU em função do horário ao longo do período experimental



Exceto no período compreendido entre 17h30min e 20 h, os valores médios de ITGU foram superiores aos da condição de conforto, ou seja, variando entre 76, 1 e 76, 4, porém não excedendo a faixa crítica que, segundo Turco et al. (1995) é de 80 para leitões.

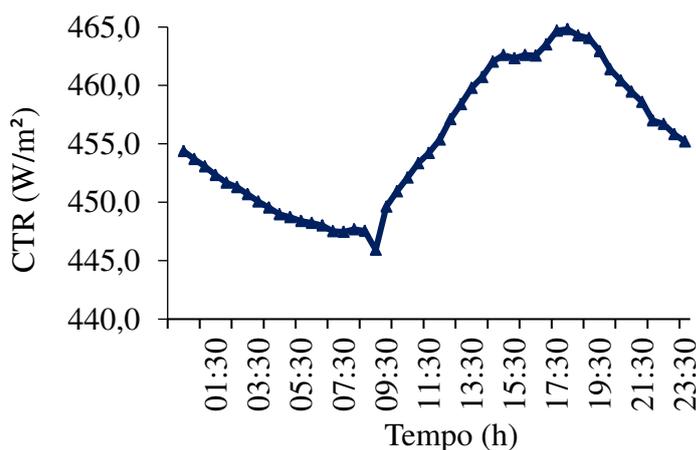
Resultado similar a esse foi encontrado por Freitas et al. (2015), avaliando o ambiente térmico de leitões em dois tipos de creche, os autores concluíram que em ambas as instalações, os valores de ITGU estiveram dentro do limite para a condição de conforto, variando entre 73 e 76, com exceção da semana 4 essa condição não foi atendida, com os valores de 79 na creche 1 e 78 na creche 2, embora não excedendo a faixa crítica de 80. Sousa et al. (2014), ao avaliarem o ambiente térmico em duas tipologias de creche suína, encontraram valores que variaram de 68,7 a 75,4 na creche 1 e de 66,0 a 73,4 na creche 2, considerando esses valores dentro da faixa recomendada.

Neste mesmo sentido, Campos et al. (2009) avaliando o ambiente térmico para suínos em creche com diferentes dimensões, os autores afirmaram que os maiores valores desse índice foram obtidos entre 11 e 18 h nas duas creches, atribuindo ao fato de que esse é o período mais quente do dia, obtendo valores médio de ITGU variando na creche 1 de 68,9 a 78,4 e na creche 2 de 70,7 a 78,5, considerando essa variação dentro da faixa de conforto para leitões.

### 5.2.2. Carga Térmica de Radiação (CTR)

A Figura 15 apresenta a variação média da CTR no interior da sala de creche, durante os dias de experimento. Devido à exposição do globo negro em períodos do dia com maior radiação pelo uso das lâmpadas, e períodos do dia apenas com a luz natural, as variações médias do índice de CTR mostraram comportamentos similares aos resultados do ITGU com média máxima às 18 h de 464,8 W/m<sup>2</sup> e média mínima às 9 h de 445,9 W/m<sup>2</sup>. Esses valores estão próximos da condição recomendada por Baêta & Souza (1997) onde afirmam que, deve-se permitir um fluxo de calor de aproximadamente 450 W/m<sup>2</sup>, valor esse, considerado suficiente para o aquecimento de leitões nesta fase.

Figura 15. Variação média diária da CTR no interior da sala de creche



A pequena amplitude da CTR apresentada ao longo do dia demonstra ser uma variável importante para o estabelecimento da condição de conforto dos animais, pois quanto menor esse valor mais estável é a condição do ambiente para o alojamento de leitões.

Observa-se ainda no gráfico que, as maiores variações de CTR ocorreram no período que não era feito o uso das lâmpadas, o que pode explicar esse resultado, seria a maior incidência solar nas paredes externas e janelas associado a falta de ventilação no interior da sala da creche. A partir das 15h30min inicia-se o declínio das médias com nova elevação após as 17 h, correspondendo ao horário em que as lâmpadas foram ligadas, obtendo pico às 18 h em função do retardo da transferência de calor para o interior da instalação.

Resultados similares ao desta pesquisa foram encontrados por Souza Júnior et al. (2008), ao avaliarem leitões em instalação de creche submetidos a diferentes programas de iluminação, apresentando variações semanais no ambiente interno com médias mínimas às 9 h e máximas às 15 h, para um programa com luz natural de 416,4 a 447,0 W/m<sup>2</sup>, para o programa de 23 h com luz e 1 h de escuro a CTR foi de 432,4 a 454,0 W/m<sup>2</sup> e para o programa com 16 h com luz e 8 h de escuro a CTR foi de 439,3 a 450,8 W/m<sup>2</sup>.

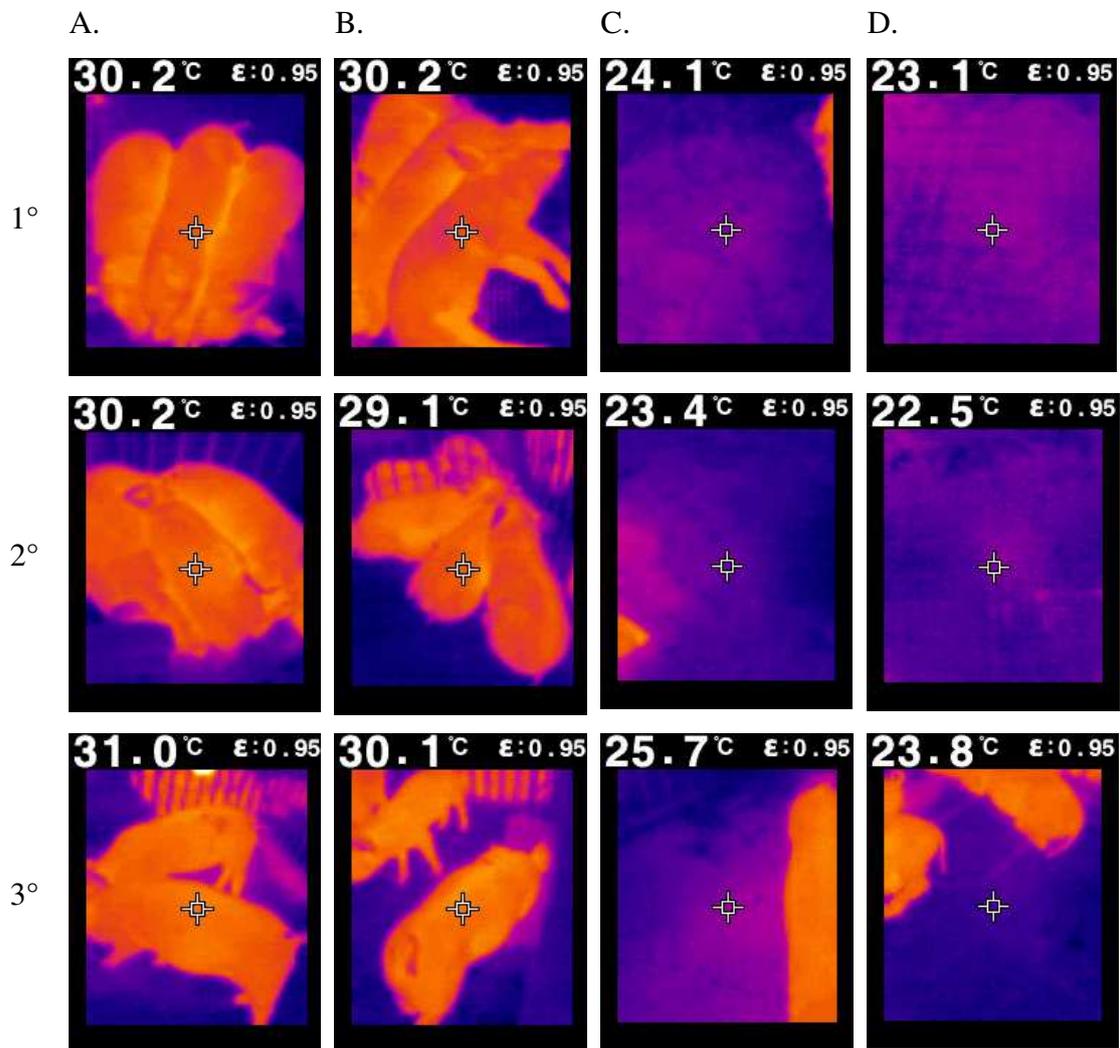
Estudos realizados por Sousa (2014), ao analisar as temperaturas superficiais no interior das instalações de suínos em terminação com diferentes materiais de cama, seguindo o mesmo padrão das médias encontradas para CTR nesta pesquisa, observou o aumento de valores nos horários entre 9 e 14 h com declínio às 16h30min obtendo médias ao longo do dia variando de 444,5 W/m<sup>2</sup> para a cama sobreposta de maravalha e bagaço de cana, de 442,6 W/m<sup>2</sup> para a cama sobreposta de bagaço de cana e 442,7 W/m<sup>2</sup> para a cama sobreposta de maravalha.

### **5.3. Análise das Variáveis Comportamentais**

#### **5.3.1. Mapeamento Térmico Superficial**

Além das variáveis meteorológicas e dos índices térmicos, foi realizado o registro por meio de imagem termográfica da temperatura superficial dos animais e dos pisos nos tratamentos estudados, com o intuito de auxiliar nas respostas sobre a análise do comportamento animal em função da eficiência térmica dos pisos. Estão listadas na Figura 16 as imagens correspondentes às coletas nos horários mais críticos, ou seja, horário com menor temperatura ao longo do dia, de acordo com cada semana analisada.

Figura 16. Mapeamento térmico superficial dos leitões sobre Piso 1, coluna (A) e sobre Piso 2, coluna (B); Mapeamento térmico superficial do Piso 1, coluna (C) e Piso 2, coluna (D)



A Tabela 7 apresenta a análise de variância da temperatura superficial dos pisos (TSP) e a temperatura superficial dos animais (TSA) durante o período estudado. Os tratamentos 1 e 2 diferiram significativamente entre si ( $P < 0,05$ ) sobre a temperatura superficial dos pisos, demonstrando que o tratamento 1 apresentou melhor conforto térmico comparado ao tratamento 2.

Tabela 7. Análise de variância da temperatura superficial dos pisos e dos animais

Variáveis	Tratamentos		CV (%)
	Piso 1	Piso 2	
TSP	25,74±1,72a	24,91±1,26b	5,11
TSA	31,22±1,11a	30,98±1,18a	3,70

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey considerando o valor nominal de significância de 5%. Referências: TSP - Temperatura superficial do piso; TSA – Temperatura superficial do animal.

Esse resultado possibilita o entendimento do comportamento dos leitões pela preferência em permanecer sobre as placas de EVA, evitando o contato com partes fragmentadas da placa que permitia o contato com o piso plástico vazado, apresentadas nas Figuras 17A e 17B, comportamento evidenciado principalmente no período em que as lâmpadas da sala de creche permaneciam desligadas. Isso se justifica devido ao material do tratamento 1 possuir baixa capacidade de condutividade e grande capacidade de isolamento térmico que propiciavam uma sensação térmica mais agradável aos animais, por causa da redução na transferência do calor sensível (condução) entre o piso e animal. Nascimento et al. (2014), relatam a importância do uso de materiais de construção com baixa condutividade térmica que ajudam a manter o isolamento térmico com relação às temperaturas externas e a diminuir a transferência de calor entre a instalação e os animais.

Figura 17. Locação dos animais na baia com piso em EVA

A.



B.



Nos horários com valores mais elevados de ITGU no interior da instalação correspondente ao momento que as lâmpadas estavam ligadas, foi verificada a superação da condição de conforto ideal com tendência a ser sentida principalmente pelos animais do tratamento 1.

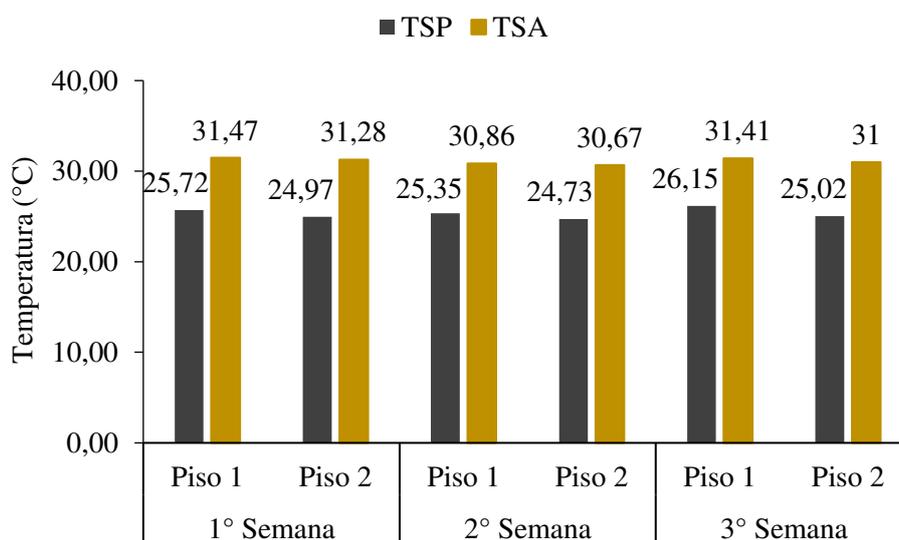
Considerando a diferença média de temperatura entre os pisos em função do horário, o Piso 1 variou até 2 °C ao longo do dia se comparado ao Piso 2, mostrando essa

diferença de temperatura mais acentuada principalmente, no período em que as lâmpadas permaneciam acesas. Para melhor entendimento, correlacionando os dados de ITGU a TSP, tem-se que, às 18h correspondendo ao horário máximo do ITGU, a temperatura média do Piso 1 foi de 27,7 °C enquanto a do Piso 2 foi de 25,7 °C. Esse resultado justifica-se pela capacidade de isolamento térmico que o EVA apresenta, promovendo assim o aquecimento mais eficiente. O uso das lâmpadas de 70 W de potência gerou nestes horários, a sensação de desconforto nos leitões do tratamento 1, já que eles evitavam deitar nas regiões do piso próximo a fonte de calor, sugerindo, portanto, a utilização de lâmpadas de menor potência, podendo essa ser uma alternativa que possibilita a redução do consumo de energia elétrica, na produção suína para essa fase.

Embora a média mínima do ITGU ocorresse às 9 h, as temperaturas superficiais para ambos os pisos apresentaram mínimas às 4 h com média para o Piso 1 de 24,2 °C e Piso 2 de 22,9 °C.

A temperatura superficial dos leitões está associada diretamente as temperaturas da superfície de contato. Neste contexto, a Figura 18 apresenta as variáveis da TSP associados à TSA.

Figura 18. Média da TSP e TSA em função da semana de coleta



Referência: TSP – Temperatura superficial dos pisos; TPA – Temperatura superficial dos animais.

Conforme apresentado na Tabela 7, a temperatura superficial dos animais não demonstrou diferença estatística ( $P < 0,05$ ) em função dos tratamentos. Porém, como

pode ser observado na Figura 18, o Piso 1 apresentou temperatura superior ao Piso 2, analogamente os leitões que estavam sobre o Piso 1 apresentaram temperatura superficial superior aos leitões sobre o Piso 2, fato esse que explica que os animais estarem mais aquecidos sobre esse piso.

Graciano (2013), avaliando a temperatura superficial de porcas lactentes submetidas a dois sistemas de resfriamento: o natural e o adiabático, concluiu que as trocas de calor sensível por meio adiabático foram mais eficientes em reduzir a temperatura superficial da pele nos períodos mais quentes do dia, o que pode ser comprovado pelo uso de imagem termográfica.

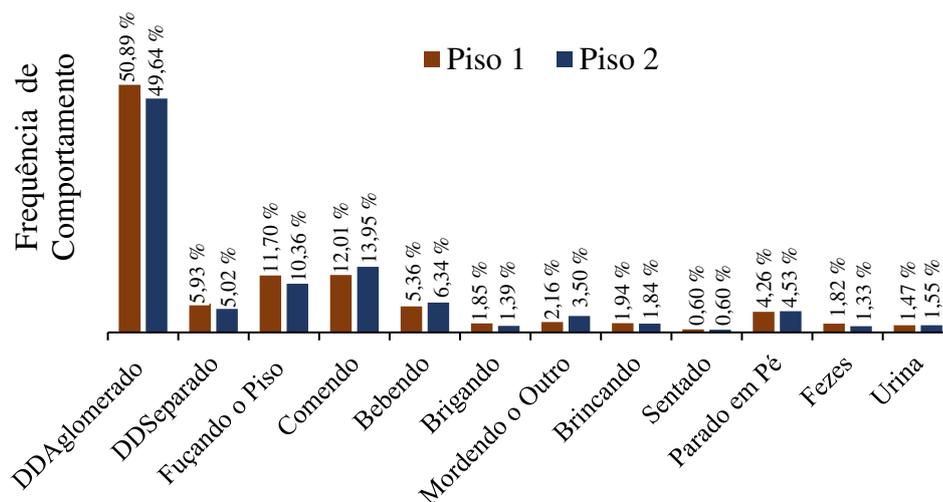
Associando a temperatura dessas variáveis em função ao horário, observa-se que as TSA máximas e mínimas ocorreram próximo aos horários da TSP. O horário correspondente as maiores médias da TSA ocorreram às 16 h para ambos os tratamentos, para os animais sobre o Piso 1 foi de 32,7 °C e sobre o Piso 2 de 32,3 °C. Com mínima às 2 h de 30,2 °C e às 6 h de 29,9 °C, respectivamente. A associação dessas variáveis pode ser utilizada para melhor entendimento do comportamento dos leitões.

### **5.3.2. Frequência Comportamental**

Foram observadas as frequências comportamentais dos leitões na fase de creche, tais como: deitado ou dormindo aglomerado (DDAglomerado), deitado ou dormindo separado (DDSeparado), fuçando o piso, comendo, bebendo, comportamento agonístico (quando o animal estava brigando ou mordendo o outro) e outros (quando o animal estava brincando, sentado, parado em pé, fezes e urina) em função dos dois tipos de piso.

Verifica-se na Figura 19 que, o percentual médio mais frequente foi o DDAglomerado, seguido por comendo, fuçando o piso, bebendo, DDSeparado, parado em pé, mordendo o outro, brincando, brigando, fezes, urina e sentado.

Figura 19. Frequência de comportamento dos leitões sobre uso de dois tipos de pisos



As porcentagens das frequências gerais mostram que, as diferenças de comportamento entre os tratamentos foram sutis. No entanto, o comportamento agonístico (mordendo o outro) diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ), como mostra a Tabela 8, o que deixa claro o efeito positivo sobre a condição de conforto térmico do Piso 1, na redução da incidência de comportamento agonístico entre os animais.

Tabela 8. Análise de variância para efeito dos tratamentos em função da frequência de comportamento dos leitões

Variáveis	Tratamentos		CV (%)
	Piso 1	Piso 2	
DDAgglomerado	5,63±2,09a	5,32±2,32a	40,35
DDSeparado	0,65±0,98a	0,54±0,94a	161,28
Fuçando o Piso	1,29±1,43a	1,11±1,44a	119,49
Comendo	1,33±1,50a	1,50±1,58a	109,22
Bebendo	0,59±1,06a	0,68±1,13a	171,83
Brigando	0,20±0,53a	0,15±0,52a	299,53
Mordendo o Outro	0,24±0,59b	0,38±0,73a	217,31
Brincando	0,22±0,60a	0,20±0,52a	272,83
Sentado	0,07±0,31a	0,06±0,28a	471,01
Parado em pé	0,47±0,85a	0,48±0,82a	174,59
Fezes	0,20±0,57a	0,14±0,41a	288,86
Urina	0,16±0,48a	0,16±0,53a	305,08

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey considerando o valor nominal de significância de 5%.

Esse resultado pode ser confirmado quando relacionado aos dados do ITGU e da TSA em função do horário, verifica-se que a maior incidência de comportamento agonístico (mordendo o outro) no tratamento 2 ocorreram às 6 h, correspondendo ao horário com média mínima da TSA para esse tratamento e ITGU médio de 73,9 estando próximo ao mínimo.

Outro fator que pode estar associado ao resultado é a mistura em maior número de animais de diferentes leitegadas nas repetições do tratamento 2, concordando com resultados de estudos realizados por Parratt et al. (2006); Li & Wang (2011) onde afirmaram que, leitões de leitegadas diferentes quando misturados apresentaram comportamentos mais agressivos que de uma mesma leitegada. A falta de familiaridade entre leitões é considerada a base para essas agressões (Gonyou, 2001). Suínos que nunca permaneceram juntos em uma baía, mas que já tiveram algum grau de contato através de baias vizinhas são menos agressivos com outros leitões do que aqueles totalmente desconhecidos (Fraser & Broom, 1990).

A frequência dos animais nos comportamentos de DDaglomerado e DDSeparado, fazendo o piso, brigando, brincando, sentado e fezes no tratamento 1, apesar de não diferirem significativamente ( $P < 0,05$ ) com tratamento 2, representou um número superior de frequências na ordem de 89, 34, 53, 16, 5, 2 e 17, respectivamente. Serão analisadas a seguir as possíveis influências para melhor entendimento desses comportamentos em função do tratamento.

Associando os resultados dos parâmetros DDaglomerado e DDSeparado as condições térmicas da sala de creche e a temperatura da superfície do Piso 1 conclui-se que, por meio dessas variáveis esse resultado não pode ser justificado, pois as condições de conforto foram atendidas, e verificando-se que o padrão de comportamento entre os animais do tratamento 1 para DDSeparado ocorreram com mais frequência às 15 h e as maiores médias do ITGU e TSP foram às 18 h. Do mesmo modo, as mínimas do ITGU foram às 9 h e a TSP às 4 h, enquanto a maior frequência para DDaglomerado ocorreram às 3 h.

O que pode estar relacionado ao fato dos animais permanecerem maior parte do tempo deitado/dormindo aglomerado ou separado no tratamento 1 está relacionado ao conforto proporcionado pelo perfil das placas de EVA, que é um material mais macio, o que traduz na redução do impacto entre o piso e o animal, bem como, por promover sensação térmica mais agradável aos leitões.

Este resultado corrobora com os encontrados por Pandorfi et al. (2005), ao relatar que nos escamoteadores que utilizaram piso térmico, por se tratar de um fluxo condutivo de calor que promovia trocas mais eficiente e melhores condições de conforto aos animais, refletiu em alta frequência e maior tempo de permanência dos leitões em seu interior. Freitas et al. (2015) ao analisarem o ambiente térmico a partir da frequência comportamental de leitões em creche, comparando o uso do piso de metal e o de polietileno concluíram que, devido à baixa condutividade térmica do piso de polietileno em relação ao de metal, os animais permaneceram mais tempo deitados sozinhos.

Observou-se uma maior ocorrência das interações sociais (brincar e fuçar) e agressivas (brigar) no tratamento 1, esses comportamentos mais ativos dos animais ocorreram principalmente após a alimentação. O comportamento de brincar encontra-se associado de forma positiva à análise, uma vez que, o comportamento de brincadeira é um importante indicativo de bem-estar e prazer em animais jovens (Held & Spinka, 2011).

A interação de fuçar com maior frequência no tratamento 1 já era esperado, visto que, o ato ocasionava o desprendimento das partículas de EVA que despertava a curiosidade do animal, esse princípio é justificado por Santos (2004), ao afirmar que o suíno é um animal curioso, que sente satisfação no constante processo de investigação dos arredores através do ato de fuçar. Essa prática intensa e pontual favorecia a desagregação das placas, conforme Figura 20.

Figura 20. Resultado de a interação fuçar dos leitões com o piso



A frequência do comportamento brigando pode ser justificada pelo estabelecimento de nova hierarquia social entre os leitões, as brigas mais intensas foram observadas nas primeiras horas pós mistura e foi decrescendo regularmente com o passar dos dias.

Segundo Barnett et al. (1994), a prática de misturar suínos desconhecidos para a formação de novos grupos põe em risco o bem-estar desses animais, devido à ocorrência de intensas e longas brigas durante o estabelecimento de uma nova hierarquia social no grupo, que são acompanhadas de lesões, muitas vezes graves, e baixo consumo de alimentos por parte dos suínos subordinados.

Em relação a maior frequência de fezes entre os leitões do tratamento 1, por meio das variáveis já analisadas não é possível justificar esse resultado, porém, é importante ressaltar que não houve incidência de diarreia para os animais deste grupo. Kiefer et al. (2012) ao avaliarem as fezes em suínos submetidos ao estresse térmico (31° C) e a termoneutralidade (23 °C), concluíram que as dietas fornecidas aos suínos quando em estresse térmico, apresentaram menores coeficientes de digestibilidade com maior excreção percentual de nutrientes nas fezes.

Os demais comportamentos dos animais apresentados em maior frequência pelo tratamento 2, como: comendo, bebendo, parado em pé e urina, na ordem de (48, 25, 4 e 1) respectivamente, apesar de não divergirem significativamente ( $P < 0,05$ ) sobre o tratamento 1, serão discutidas para melhor entendimento sobre possíveis influências.

A maior frequência do consumo de ração e água observados ocorreram simultaneamente das 4 às 8 h e entre 14 e 17 h. O primeiro período compreende o horário das mínimas para TSP (às 4 h de 23,2 °C) e da TSA (às 6 h de 29,9 °C) com ITGU próximo ao mínimo. O segundo período, corresponde às máximas para TSP (às 16 h de 26,5 °C) e para TSA (às 16 h de 32,3 °C) com ITGU próximo a média máxima. Portanto, esse resultado pode ser explicado devido ao piso apresentar pior condição de conforto térmico, tornando as variações de temperatura ao longo do dia no interior da sala de creche mais intensa para esses animais, havendo a necessidade de utilizar-se desses mecanismos para tornar a sensação térmica mais agradável.

O ato de ficar parado em pé (não caminhando) é uma manifestação de ócio entre os animais, que segundo Pandorfi (2002), é caracterizado pelos períodos de inatividade e/ou inatividade em estado de alerta.

Para os parâmetros analisados verificaram-se altos valores do coeficiente de variação, o que não permitiu quantificar com maior precisão esse resultado, demonstrando a necessidade em aumentar o número de repetições nesta pesquisa.

#### 5.4. Análise dos Índices Produtivos dos Animais

A Tabela 9 apresenta os resultados da análise de variância para os índices produtivos dos animais em função dos tratamentos. Como pode ser observado, houve influência direta dos tratamentos sobre o GPD (kg/dia) e na CA. Isso demonstra que, embora o piso plástico vazado não tenha promovido melhor condição térmica para os leitões, esse tratamento proporcionou melhores resultados para os índices produtivos sobre o GPD e CA. Esse resultado diverge do apresentado por Sulzbach (2016) a partir da avaliação do tratamento com piso aquecido (PA) em que se mostrou mais eficiente e lucrativo, além de proporcionar maior ganho de peso aos leitões.

Tabela 9. Análise de variância dos tratamentos em função dos índices produtivos dos leitões

Variáveis	Tratamentos		CV (%)
	Piso 1	Piso 2	
PI	5,92±1,32a	5,93±1,28a	21,98
PF	8,89±1,39a	9,58±1,23a	14,28
GPD	0,15±0,03b	0,18±0,03a	20,95
CRD	1,02±0,09a	0,97±0,02a	6,78
CA	2,41±0,58a	1,82±0,28b	21,76
PR	0,23±0,09a	0,28±0,02a	26,68

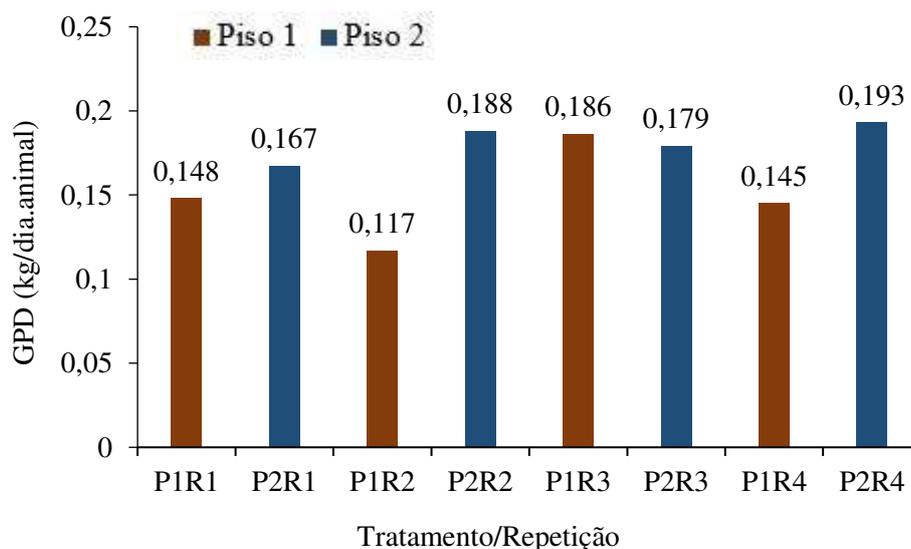
Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey considerando o valor nominal de significância de 5%. Referências: PI – peso inicial; PF – peso final; GDP – ganho de peso diário; CRD – consumo de ração diário; CA – conversão alimentar e PR – perdas e sobras de ração.

Embora os animais do tratamento 2 tenham apresentado maior frequência quando quantificados, o ato de comer na análise de comportamento avaliando o consumo real de ração, após retiradas as perdas e sobras, é possível observar na Tabela 9 que o consumo foi menor comparado ao tratamento 1, isso pode ser explicado pelo perfil do piso plástico vazado em permitir maiores perdas de ração que caíam do comedouro.

O GPD médio dos leitões durante o período de experimento variaram entre 0,117 a 0,186 kg/dia/animal no tratamento 1 e 0,167 a 0,193 kg/dia/animal no tratamento 2, como mostra a Figura 21, representando uma média de 0,033 kg/dia/animal que corresponde à diferença de 18% entre os tratamentos, mostrando que, os animais do tratamento 1 mesmo apresentando maior frequência no comportamento deitado ou

dormindo e maior consumo de ração, mesmo que sob condições de termoneutralidade, apresentou menor ganho de peso. Esse resultado diverge ao encontrado por Kiefer et al. (2010) que constataram que, suínos em fase de crescimento permanecem mais tempo deitados, promovendo melhor troca de calor com o meio e maior ganho de peso, uma vez que o incremento térmico implica diminuição da frequência do comportamento de comer.

Figura 21. GPD médio dos leitões em fase de creche, submetidos a dois tipos de pisos



Esses resultados foram inferiores aos valores encontrados Pandorfi (2002) ao avaliar o aquecimento para leitões a partir do uso de piso térmico, resistência elétrica e lâmpadas incandescentes, onde obteve um GPD variando entre 0,224 a 0,337 kg/dia/animal. Moreira et al. (2001), ao comparar o GPD em leitões desmamados aos 21 dias, a partir do uso de ração peletizada e farelada, registraram GPD com ração peletizada de 0,299 kg/dia/animal. Sartor et al. (2015) afirmam que, o ganho de peso dos leitões submetidos aos escamoteadores com revestimento Tetra Pak, no período estudado, esteve relacionado ao conforto térmico do abrigo escamoteador. Os leitões submetidos ao tratamento com Tetra Pak<sup>®</sup> obtiveram ganho de peso diário de 0,285 kg/dia/animal sendo superior ao tratamento sem Tetra Pak<sup>®</sup>, que foi de 0,173 kg/dia/animal.

Sarubbi (2009), verificou ao testar diferentes sistemas de aquecimento com controle de temperatura em creche suína, que os leitões apresentaram GPP entre 3,9 e 6,8 kg. Moraes et al. (1998), obtiveram o resultado em suas pesquisas de GPD de 0,240 kg para

leitões nascidos com peso médio de 1,8 kg, desmame aos 19 dias e peso médio de entrada da creche de com 6,4 kg. Araújo et al. (2011), observaram em trabalho realizado em creche suína com leitões desmamados aos 21 dias de idade, ganho de peso igual a 9,25 kg aos 49 dias de idade dos animais. Campos et al. (2009), encontraram GPD entre 0,36 e 0,39 kg em trabalho realizado em creche suína com diferentes dimensões.

Em relação a CA, os leitões do tratamento 2 apresentaram melhores resultados, sendo necessário 1,82 kg de ração para cada quilo de ganho de peso, enquanto a conversão no tratamento 1 foram 2,41 kg de ração para cada quilo de peso vivo, o que equivale a uma diferença entre as variáveis em função dos tratamentos na ordem de 24,5%.

A CA do tratamento 2 atendeu as recomendações de Kuns et al. (2003), no qual sugere que a CA de leitões em fase de creche não deve ultrapassar o valor de 2,2. Ainda segundo eles, o ideal é que os valores sejam menores que 2,0.

As influências negativas sobre o desempenho produtivo dos leitões do tratamento 1 não podem ser justificadas pelas variáveis ambientais, pelos índices de conforto térmico ou pela temperatura superficial dos pisos ou animais, já que ao longo do dia por todo período de experimento essas condições foram atendidas, mostrando que os animais estavam dentro da termoneutralidade na maior parte do tempo. Embora os leitões deste tratamento tenham apresentado maior frequência com os parâmetros deitado e dormindo, eles também apresentaram maior frequência nas interações sociais tanto entre eles como com o piso. Outro fato foi a maior frequência de fezes, mesmo sem incidência de diarreia, pode ter ocasionado influências sobre os índices produtivos, o que pode justificar a redução no GPD e consequentemente influências sobre a CA.

Oliveira et al. (2014) ao estudar a influência do enriquecimento ambiental sobre o desempenho produtivo concluiu que, os animais da baia com enriquecimento movimentavam-se grande parte do tempo, a fim de interagir com os enriquecimentos ambientais, o que pode ter ocasionado perda de peso.

Barros (2014) observou que, os animais do tratamento T1 (aquecimento por resistências elétricas suspensas controladas por controlador PID) obtiveram menor consumo diário de ração e maior ganho de peso diário, em relação aos animais de T2 (aquecimento por resistências elétricas suspensas controladas por termostato simples), essa pior conversão alimentar do tratamento T2, pode ter sido influenciada pela maior amplitude térmica verificada para este tratamento. O tratamento T2 apresentou

amplitude média diária de aproximadamente 5 °C, enquanto que T1 apresentou amplitude de 3 °C.

Para todos os dados analisados, foram verificados altos valores de coeficiente de variação. Isso pode estar associado à diversidade dos leitões quanto à massa corporal no momento do desmame. Barros et al. (2015) obteve coeficiente de variação para ganho de peso e ganho de peso diário em sistema de aquecimento de creche suína, na ordem de 50,84%. Moreira et al. (2001), também verificaram alto valor de coeficiente de variação para os dados de ganho de peso diário de leitões em fase de creche, com valor igual a 33,89%.

## 6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados alcançados na pesquisa, concluiu-se que:

- As exigências climáticas no interior da sala para uma creche suína, durante o período analisado foram atendidas na maior parte do tempo com os animais dentro da zona de termoneutralidade.
- O Piso 1 mostrou ser mais eficiente na redução da transferência de calor sensível entre o piso-leitão, o que tornou o aquecimento mais eficaz para os animais, além de refletir na menor incidência de comportamento agonístico.
- O desconforto apresentado pelos leitões do Piso 1 ao evitar deitar-se sobre as regiões próximo a zona de calor, sugere o uso de lâmpadas de menor potência, sendo essa uma alternativa que pode reduzir o consumo de energia elétrica na produção suína para essa fase.
- A fragilidade apresentada pelas placas, devido aos esforços ao qual foram submetidas, sugere a necessidade de estudos futuros para que se obtenha um produto com melhores características mecânicas que promova maior durabilidade.
- Apesar da melhor condição de conforto térmico apresentada pelo Piso 1, não houve reflexos positivos sobre os índices produtivos dos leitões para este tratamento.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>> Acesso em: 10 Out. 2016
- ABCS - Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Produção de suínos: teoria e prática. Ed. 1. 908p. Brasília, DF, 2014.
- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual, 2016. Disponível em: <[http://abpa-br.com.br/storage/files/versiao\\_final\\_para\\_envio\\_digital\\_1925a\\_final](http://abpa-br.com.br/storage/files/versiao_final_para_envio_digital_1925a_final)>. Acesso em: 10 Out. 2016
- Araújo, W. A. G. de; Brustolini, P. C.; Ferreira, A. S.; Silva, F. C. de O.; Abreu, M. L. T. de; Lanna, E. A. Comportamento de leitões em função da idade de desmame. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.12, p.758-769, 2011.
- Ashrare. Thermal Confort. In: Ashrare Fundamentals. Chapter 8. Atlanta, 2001
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR15220:2 Desempenho térmico de edificações: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2003.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. Ambiência em edificações rurais – conforto animal. UFV, 1997, 246p.
- Barnett, J. L.; Cronin, G. M.; Mccallum, T. H.; Newman, E. A. Effects of food and time of day on aggression when grouping unfamiliar adult pigs. Applied Animal Behaviour Science, v. 39, p. 339-347, 1994.
- Barros, J. de S. G. Avaliação de Duas Tecnologias de Controle Para Acionamento de Sistema de Aquecimento Resistivo em Creche Suína. Campinas: UNICAMP, 2014. Dissertação Mestrado
- Barros, J. de S. G.; Rossi, L. A.; Sartor, K. Uso de controlador PID como tecnologia eficiente em sistema de aquecimento de creche suína. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.5, p.476–480, 2015.

- Benedi, J. M. H. El ambiente de los alojamientos Ganaderos. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Extensión Agrária. Madrid: Hojas Divulgadoras, 1986. n.6-86 hd. 28 p.
- Benson, G. J.; Rollin, B. E. O bem-estar dos animais de exploração: Desafios e soluções Blackwell Publishing; Ames, IA, EUA: 2004.
- Bergsten, C.; Frank, B. Sole hemorrhages in tied primiparous cows as an indicator of periparturient laminitis: effects of diet, flooring and season. *Acta Veterinaria Scandinavica*, Copenhagen, v.37, p.383-394, 1996.
- Beshada, E.; Zhang, Q.; Boris, R. A. Y. A cost effective heating method for piglets in swine farrowing barns. In: CSBE/SCGAB 2006 Annual Conference, 2006, Edmonton, Proceedings...
- Bond, T. E.; Kelly, C. F. The globe thermometer in agricultural research. *St. Joseph: Agricultural Engineering*, 1955. 10 p.
- Bortolozzo, F. P.; Kummer, A. B. H. P.; Lesskiu, P. E.; Wentz, I. Estratégias de redução do catabolismo lactacional manejando a ambiência na maternidade. 2011.
- Bouzida, N.; Bendada, A.; Maldague, X. P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. *Journal of Thermal Biology*, Oxford, v.34, n.3, p.120-126, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Decreto Lei nº 135/2003, de 28 de junho de 2003. Estabelece as normas mínimas de proteção dos suínos alojados para efeitos de criação e engorda. *Diário da República*, Brasília, nº 147, I série A, 29 jun. 2003. p. 3719-3723.
- Bruininx, E. M. A. M.; Heetkamp, M. J. W.; Van Den Bogaart, D.; Van Der Peet-Schwering, C. M. C.; Beynen, A. C.; Everts, H.; Den Hartog, L. A.; Schrama, J. W. A prolonged photoperiod improves feed intake and energy metabolism of weanling pigs. *Journal of Animal Science*, v. 80, n.7, p. 1736-1745, 2002.
- Buffington, D.E.; Colazzo-Arocho, A.; Canton, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v.24, p.711-714, 1981.

- Campos, J. A.; Tinôco, I. de F. F.; Baêta, F. da C. Qualidade do ar, ambiente térmico e desempenho de suínos criados em creches com dimensões diferentes. *Engenharia Agrícola*, v.29, n.3, p.339-347, 2009.
- Campos, J. A.; Tinôco, I. de F. F.; Baêta, F.; Silva, J. N.; Carvalho, C. S.; Mauiri, A. L. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. *Revista Ceres*, v.55, n.3, p.187-193, 2008.
- Carr, J.; Muirhead, M. R.; Kingston, N. G.; Thompson, P.; Jaques, F.; Pemberton, P.; Sera J. Post-weaning respiratory and enteric syndromes of the pig. In: Wiseman J., Varley M.A. & Chadwick J.P. (Eds). *Progress in Pig Science*. Nottingham: University Press, pp.141-176, 1998.
- Chile. Ministerio de Agricultura. Decreto 29, 5 de junio de 2012. Aprueba reglamento sobre protección de los animales durante su producción industrial, su comercialización y en otros recintos de mantención de animales. Santiago, 24 mayo 2013.
- Choi, H. L.; Han, S. H.; Albright, L. D.; Chang, W. K. The correlation between thermal and noxious gas environments, pig productivity and behavioral responses of growing pigs. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Basel v.8, p. 3514-3527, 2011.
- Cook, N.J.; Chabot, B.; Lui, T.; Bench, C.J.; Schaefer, A.L. Infrared thermography detects febrile and behavioural responses to vaccination of weaned piglets. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience* 9, p.339–346, 2015.
- 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. Viçosa: UFV, 2003. 62 p. Tese Doutorado
- Coser, F. Audiência Pública Sobre a Cadeia Produtiva de Suínos. Cadeia Produtiva de Suínos. 2008.
- Costa, A.; Ismayilova, G.; Borgonovo, F.; Viazzi, S.; Berckmans, D.; Guarino, M. Image-processing technique to measure pig activity in response to climatic variation in a pig barn. *Animal Production Science* 54, p.1075–1083, 2014.

- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Águas Subterrâneas no Estado da Paraíba - Diagnóstico do Município de Bananeiras. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Outubro, 2005.
- Curtis, S. E. Environmental management in animal agriculture. Ames: The Iowa State University Press, 409p. 1983.
- Dividich, J. L.; Rinaldo, D. Effects of the Temperature Thérmiqque sur les performance du porc en croissance. Journée d la Recherche Porcine en France. n.21, p.219-230, 1989.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves (CNPISA), 2003. Sistemas de Produção. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/manejoprodu.html#caracteristica>>. Acesso em: 15 set. 2016.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Suínos e Aves. 2015. <<http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/dados/custo.php>> Acesso em: 15 set. 2016.
- Esmay, M. L. Principles of animal environment. Westport: AVI Publisher, 1979, 325p.
- Fels, M.; Hoy, S.; Hartung, J. Influência de lixo origem na posição social, comportamento agonístico e desempenho de crescimento de leitões após o desmame. Appl Anim Behav Sci 2012; 139:225-232.
- Ferreira, R. A. Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos. Viçosa, MG: 2. Ed, 401 p, 2011.
- Ferreira, R. A.; Fassani, E. J.; Rocha, L. F. da O.; Ribeiro, B. P. V. B.; Abreu, M. L. T. de. Cantarelli, V. de S. Desempenho e comportamento de suínos em fase de terminação submetidos a diferentes programas de luz. Revista Brasileira Saúde Produção Animal. v.17, n.2, p.272-279, 2016.
- Fraser, A. F.; Broom, D. M. Farm animal behaviour and welfare. 3. ed. Local: Ballière Tindall Reino Unido, p. 437, 1990.
- Freitas, L. C. da S. R.; Vilela, M. de O.; Campos, A. T.; Tinoco, I. de F. F. Ambiente Térmico e Frequência Comportamental de Leitões em Duas Tipologias de Creche.

- In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC, 72, 2015, Fortaleza. Anais...
- Fritschen, R. D.; Cunningham, P. J. Effects of slatted floor type and soil on foot characteristics in swine. *Journal Animal Science*. v.37, p.244. 1974.
- Furtado, D. A.; Amancio, D.; Nascimento, J. W. B. do. Gomes, J. P. Silva, R. C. Thermal performance and concentration of gases in facilities for pigs in semiarid region from State of Paraíba – Brazil. *Revista Engenharia Agrícola*. v.32, n.1, 2012.
- Garlet, G. Aproveitamento de resíduos de EVA (ethylene vinyl acetate) como agregado para concreto leve na construção civil. Porto Alegre: UFRGS, 1998. 140p. Dissertação Mestrado
- Godbout, S.; Guimont, H.; Marquis, A.; De Foy, C. Piglets Infrared Lamp: Halogen vs Incandescent. In: Annual International Meeting Spousored, California, 2001. Proceedings. Sacramento: ASAE, 2001. p.124-127.
- Gonyou, H.W. The social behavior of pigs. In: Keeling L.K.; Gonyou, H.W. (Ed) Social behaviour in farm animals, Oxon, UK: C.A.B. International. 2001.
- González Cruz, E. M. Selección de materiales en la concepción arquitectónica bioclimática. *Estudios de Arquitectura Bioclimática*. México: Anuário 2002.
- Goulart, A. O. Formação de Compósitos Poliméricos com EVA Reciclado. In: IV Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental-COBESA. Bahia, 2016. Anais...
- Graciano, D. E. Aplicações Da Termografia Infravermelha Na Produção Animal. Dourados: UFCG, 2013. 52p. Dissertação Mestrado
- Hannas, M. I.; Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: SILVA, I.J.O. *Ambiência e Qualidade na Produção Industrial de Suínos*. Piracicaba: FEALQ, 1999. p.01-33.
- Held, S. D. E.; Spinka, M. Animal play and animal welfare. *Animal Behaviour*, London, v. 81, p. 891–899, 2011.
- Heitman Jr., H.; Hughes, H. E. Effects of elevated ambient temperature on pregnant sows. *Journal of animal science*, v.10, n.4, p. 907- 915, 1951.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE, Contas Nacionais Trimestrais Indicadores de Volume e Valores Correntes. Jan/mar 2015.
- Jensen, A. H.; Harmon, B. G.; Carlisse. G. R.; Management and Housing For Confinement Swine Production. Urbana, University Of Illinois. 35p. 1972.
- Kiefer, C.; de Moura, M. S.; da Silva, E. A.; dos Santos, A. P.; Silva, C. M.; da Luz, M. F.; Nantes, C. L. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.11, n.2, p.496-504, 2010.
- Kiefer, C.; Santos, T. M. B. dos. Moura, M. S.; Silva, C. M.; Silva, C. M.; Lucas, L. dos S.; Rosa, E. M. Digestibilidade de dietas suplementadas com fitase para suínos sob diferentes ambientes térmicos. Revista Ciência Rural, v.42, n.8, 2012.
- Knížková, I.; Kunc, P.; Gürdíl, G. A. K.; Pinar, Y.; Selví, K. Ç. Applications of infrared thermography in animal production. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu, v.22, n.3, p.329-336, 2007.
- Kummer. R.; Gonçalves, M. A. D.; Lippke, R. T.; Passos, B. M. F.; Marques, P.; Mores, T. J. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. Acta Scientiae Veterinariae, v.37, p.195-209, 2009. (suplemento 1).
- Kuns, A.; Giroto, A. F.; Monticelli, C. J.; Kich, J. D.; Fávero, J. A.; Ludke, J. V.; Morés, N. A.; Paulo, G. de; Silveira, P. R. S. da. Sistema de Produção de Suínos. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 2003. Versão Eletrônica. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/manejoprodu.html>> Acesso em: 8 Nov. 2016.
- Leal, P. M.; Nããs I. A. Ambiência animal. In: Cortez, L.A.B.; Magalhães, P.S.G. (Org.). Introdução à engenharia agrícola. Campinas: Unicamp, 1992. p.121-135.
- Li, Y.; Wang L. Efeitos de sistema de habitação anterior sobre comportamento agonístico de suínos em crescimento na mistura. Appl Anim Behav Sci, 2011; 132:.. 20-26.
- Lopez, A. C.; Sobestiansky, J.; Coimbra, J. B. S. Lesões nos cascos e claudicações em suínos. Boletim Informativo EMBRAPA – CNPSA e EMATER. Porto Alegre – RS. n.10, p.29. 1997.

- Machado Filho, L. C. P.; Hotzel, M. J. Bem-estar dos suínos. In: Seminário Internacional de Suinocultura, 5., 2000, São Paulo- SP. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 70-83, 2000.
- Martin, P.; Bateson, P. Measuring behavior: an introductory guide. 3.ed. New York: Cambridge University Press, 1986. 200p.
- Mcglone, J. J.; Stansbury, W. F.; Tribble, L. F.; Morrow, J. L. Photoperiod and heat stress influence on lactating sow performance and photoperiod effects on nursery pig performance. *Journal Animal Science*, v. 66, n. 8, p. 1915-1919, 1988.
- Medeiros, R. M. de; Francisco, P. R. M.; Matos, R. M. de; Santos, D.; Sousa, T. P. de. Caracterização agroclimática e aptidão de culturas para diferentes municípios e regiões da Paraíba. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*. Patos, v. 11, n. 2, p. 99-110, 2015.
- Mello, P. M. D. de. Campos, M. S. D.; Judice, M. G. Avaliação do ambiente térmico e temperatura corporal de matrizes suínolas utilizando imagens termográficas. *Unirv*, 2012. 14p.
- Mendes, A. S. Efeito do manejo da ventilação natural no ambiente de salas de maternidade para suínos. Piracicaba: USP, 2005. 107p. Dissertação Mestrado
- Moraes, N.; Sobestiansky, J.; Wentz, I.; Moreno, A. M. Manejo do leitão nascido até o abate. *Suinocultura Intensiva*. Concórdia EMBRAPA – CNPSA. p.135-161, 1998.
- Moreira, I.; Oliveira, G. C. de; Furlan, A. C.; Patricio, V. M. I.; Marcos Junior, M. Utilização da farinha pré-gelatinizada de milho na alimentação de leitões na fase de creche. Digestibilidade e desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p.440-448, 2001.
- Morrison, S. R.; Givens, R. L.; Heitman, Jr. H. Effects of air movimento on swine at high temperature. *International Journal of Biometeorology*. v.20, n.4, p. 337-343, 1976.
- Mostaço, G. M.; Miranda, K. O. da S.; Condotta, I. C. da S.; Salgado, D. D’A. Determination Of Piglets’ Rectal Temperature And Respiratory Rate Through Skin Surface Temperature Under Climatic Chamber Conditions. *Revista Engenharia Agrícola*.v.35, n.6, p.979-989, 2015.

- MME - Ministério de Minas e Energia. 2011. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>> Acesso em: 08 nov. 2016.
- Mount, L. E. The climate physiology of the pig. Baltimore: Williams and Welkins, 1968. 271p.
- Moura, D. J.; Nããs, I. A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção animal. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Lavras. p.42-46, 1993 Anais...
- Nããs, I. A. Determining the ideal ventilation system in swine production - A Case Study. In: Proceedings of the 7th International Conference on Computers in Agriculture. 1998. St Joseph, MI. p 923-929.
- Nascimento, G. R. do. Nããs, I. A.; Baracho, M. S.; Pereira, D. F.; Neves, D. P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. v.18, n.6, 2014.
- NBR - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 15220:2. Desempenho térmico de edificações- métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor de elementos e componentes de edificações. Rio de janeiro, 2005.
- Necoechea, A.R. Doenças e meio ambiente. Suinocultura Industrial, v.8, n.8, p.13-26; 1986.
- Nieckamp, S. R.; Sutherland, M. A.; Dahl, G. E.; Salak-Johnson, J. L. Immune responses of piglets to weaning stress: impacts of photoperiod. Journal of Animal Science, v. 85, n. 1, p. 93-100, 2007.
- Nienaber, J. A.; Hahn, L. G.; Yen, J. T. Thermal environment effects on growing finishing swine. Part I - Growth, feed intake and heat production. Transactions of the American Society of Agricultural Engineering, v.30, p.1772-5, 1987
- Nunes, C. G. V.; Oliveira, R. F. M. D.; Donzele, J. L.; Siqueira, J. C. D.; Pereira, A. A.; Silva, B. A. N. Níveis de lisina digestível para leitões dos 6 aos 15 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.1, p.84-88, 2008.
- Oliveira, A. J. de. Inovação Tecnológica e o Meio Ambiente - Um Estudo das Empresas do Setor de Calçados de Campina Grande Paraíba. Campina Grande: UFCG, 2009. 211p. Tese doutorado

- Oliveira, J. L, Esmay, M. L. Systems model analysis of hot weather housing for livestock. American Society of Agricultural Engineering, 1981. p.17. (Paper 81-4564).
- Pandorfi, H. Avaliação do Comportamento de Leitões em Diferentes Sistemas de Aquecimento por Meio da Análise de Imagem e Identificação Eletrônica. São Paulo: USP, 2002. 89p. Dissertação Mestrado
- Pandorfi, H.; Silva I. J. O.; Moura, D. J.; Sevegnani, K. B. Microclima de abrigos escamoteadores para leitões submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.99-106, 2005.
- Pandorfi H, Silva IJO, Carvalho JL, Piedade SMS. Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas, com ênfase no bem-estar animal na fase de gestação. Engenharia Rural. v. 17. n.1, 2006.
- Parratt, C. A.; Chapman, K. J.; Turner, C.; Jones, P. H.; Mendl, M. T.; Miller, B. G. The fighting behaviour of piglets mixed before and after weaning in the presence or absence of a sow. Applied Behaviour Science, v.101, p. 54-67, 2006
- Penny, R. H. C.; Osborne, A. D.; Wright, A. I. The Causes and Incidence of Lameness in Store and Adults Pigs. Vet. Rec., London, 75 (47): 1225-35, 1963.
- Perdomo, C. C. Efeito de diferentes taxas de ventilação no desempenho de leitões na maternidade. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia, Concordia: EMBRAPA-CNPSC, 1987. 427p. p.409, 1987, Brasília. Anais ...
- Perdomo, C. C.; Fernandes, L. C. O.; Guidoni, A. L.; Fialho, F. B. Efeito da ventilação natural e mecânica sobre o desempenho de porcas em lactação. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.34, n.4, p.691-699, abr. 1999.
- Perdomo, C. C.; Kozen, E. A.; Sobestiansky, J. et al. Considerações sobre edificações para suínos. In: Curso de Atualização Sobre a Produção de Suínos, 4, Concórdia, 1985. Anais...
- Pimentel, U. H. O. Utilização De Resíduos Da Indústria De Calçados Em Blocos De Vedação Com Novas Geometrias. Campina Grande: UEPB, 2005. 76p. Dissertação Mestrado

- Quinou, N.; Noblet, J.; Van Milgen, J.; Dubois, S. Modelling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to cold or hot ambient temperatures. *British Journal of Nutrition*. Cambridge, v.85, n.1, p.97- 106, 2001.
- Reimert, I.; Bolhuis, J.E.; Kemp, B.; Rodenburg, T.B. Indicators of positive and negative emotions and emotional contagion in pigs. *Physiology & Behavior* 109, p.42–50, 2013.
- Rodrigues, E. H. V.; Araújo, R. C. L.; Freitas, E. G. A. *Materiais de Construções - Coleção Construções Rurais*. 1. ed. Seropédica, RJ, 2000. v. 1. 203 p.
- Rousseau, P.; Charrier, P.; Chosson, C.; Granier, R. Absence de renouvellement de l'air dans de module de porcherie experimentalle: Evolution des parametres climatiques et physiologiques. *Journées de la recherche porcine en France*. v.21, p. 253-260, 1989.
- Sabino, L. A.; Abreu, P. G. de. Sousa Júnior, V. R. de. Abreu, V. M. N.; Lopes, L. dos S. Comparação de dois modelos de escamoteadores sobre o desempenho dos leitões. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, v. 34, n. 1, p. 21-25, Jan.-Mar., 2012.
- Sabino, L. A.; Júnior, V. R. de S.; Abreu, P. G. de; Abreu, V. M. N.; Lopes, L. dos S.; Coldebella, A. Comportamento suíno influenciado por dois modelos de maternidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, PB. v.15, n.12, p.1321–1327, 2011.
- Sainsbury, D. W. D. Climatic Environment and pig performance. In: COLE, D. J. A., ed. *Pig Production*. London: Butterworths, 1972. p. 91-105.
- Sampaio, C. A. P. Caracterização dos sistemas térmicos e acústicos em sistemas de produção de suínos nas fases de creche e terminação. Campinas, 2004, 121p. Tese Doutorado.
- Sampaio, C. A. P.; Cristiani, J.; Dubiela, J. A.; Boff, C. E.; Oliveira, M. A. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.3, p785-790, 2004.
- Santos, F. de A. Bem-Estar dos Suínos. Ed. 12. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.1, n.3, p.101-116, 2004.

- Santos, L. de F. D. dos. Furtado, D. A.; Lopes Neto, J. P.; Costa, J. H. S.; Barbosa, E. B. Desempenho Térmico De Instalações Para Ovinos Providas De Forros Térmicos Confeccionados Com Materiais Alternativos. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 73, 2016, Foz do Iguaçu. Anais...
- Sarcinelli, M. F.; Venturini, K. S.; Silva, L. C. Características da Carne Suína. Boletim Técnico -UFES, 2007.
- Sartor, V.; Baêta, F. C.; Tinôco, I. F. F.; Luz, M. L. Performance of an evaporative cooling system of a finishing phase swine barn. Scientia Agricola, Piracicaba, v.60, n.1, p.13-17, 2003.
- Sartor, K; Sarubbi J.; Lazzari, R.; Souza, S.; Paim, R. W.; Medeiros, B. B. L. Utilização de embalagens Tetra Pak® como isolante térmico no revestimento de escamoteadores para leitões. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.67, n.5, p.1449-1456, 2015.
- Sartor, V.; Souza, C. de F.; Tinoco, I. de F. F. Informações Básicas Para Projetos de Construções Rurais: Instalações Para Suínos – Unidade 2. UFV, Viçosa, 2004.
- Sarubbi, J. Bem-estar dos animais e uso racional de energia elétrica em sistemas de aquecimento para leitões desmamados. Campinas: UNICAMP, 2009. 190p. Tese Doutorado
- Sarubbi, J.; Rossi, L. A.; Moura, D. J. de; Oliveira, R. A. de; Maia, A. P. de A. Nocturnal Thermal Comfort In Facilities For Growing Swines. Revista Engenharia Agrícola. v.32, n.6, p.1034-1040, 2012.
- Scott, N. R.; Deshazer, J. A.; Roller, W. L. Effect of thermal and gases environment on livestock. In: Ventilation os agricultural Structural. St. Joseph: ASAE, p. 121-165, 1983.
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas. Paraíba é o 3º maior produtor de calçados do Brasil. Disponível em: <<http://www.a-paraiba.com/diretorio/gotoframe.php?id=85>>. Acesso em: 08 nov. 2016.
- SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Curso Técnico Industrial em Eletrotécnica – Instalações Elétricas. Pato Branco, 2011.

- Silva, E. P. da. Cahino, J. E. M.; Melo, A. B. de. Avaliação do Desempenho Térmico de Blocos Eva. XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Juiz de Fora, 2012. Anais...
- Silva, I. J. O.; Ghelfi Filho, K.; Consiglero, F. R. Materiais de cobertura para instalações animais. Engenharia Rural, Piracicaba, v.1, n.1, p.51-60. 1990.
- Silva, I. J. O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: Seminário Internacional de Suinocultura, 4, São Paulo, 1999. Anais...
- Silva, R. G. Tópicos especiais em construção rural e ambiência: Notas de aula. Campinas: FEAGRI, 1995. 98p.
- Sousa Júnior, V. R.; Abreu, P. G.; Coldebella, A.; Lopes, L. dos S.; Lima, G. J. M. M. de; Sabino, L. A. Iluminação Artificial no Desempenho de Leitões na Fase de Creche. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v.33, n.4, p.403-408, 2011.
- Sousa, F. A.; Campos, T. A.; Ferreira, S. V.; Castro, J. de O.; Cecchin, D. Avaliação Do Conforto Térmico Ambiente Em Creches De Suínos Com Diferentes Tipologias. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA. Campo Grande, 43, 2014. Anais...
- Sousa, F. A. Análise de Fatores Ambientais na Criação de Suínos em Camas Sobrepostas e Produção de Biogás. Lavras: UFLA, 2014, 125 p. Tese Doutorado
- Sousa, P. Conforto térmico e bem-estar na suinocultura. I. UFLA. Lavras, 69 p. 2004.
- Stewart, M.; Webster, J. R.; Schaefer, A. L.; Cook, N. J.; Scott, S. L. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. Animal Welfare, South Mimms, v.14, p.319-325, 2005.
- Sulzbach, J. J. Concepção e Avaliação de Diferentes Sistemas de Aquecimento Para Suínos Recém-Nascidos. Dois Vizinhos, UTFPR, 2016. 41 p. Dissertação Mestrado
- Taylor, N.; Prescott, N.; Perry, G.; Porter, M. L. E.; Sueur, C.; Wathes, C. Preference of growing pigs for illuminance. Applied Animal Behaviour Science, v. 96, n. 1, p. 19-31, 2006.
- Teixeira, V. H. Construções e ambiência. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.181 p.

- Temple, D.; Courboulay, V.; Velarde, A.; Dalmau, A.; Manteca, X. The welfare of growing pigs in five different production systems in France and Spain: assessment of health. *Animal Welfare*, Washington 21, p. 257-271, 2012.
- Tinôco, I. F. F. Instalações para suínos. Viçosa – MG: UFV, 2009. Notas de Aula.
- Tinôco, I. F. F.; Figueiredo, J. L. A.; Santos, R. C.; Paula, M. O.; Vigoderis, R. B.; Pugliesi, N. Avaliação de materiais alternativos utilizados na confecção de placas porosas para sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.1, p.147-150, 2002.
- Turco, S. H. N. Baêta, F. C. Costa, P. M. Utilização da ventilação forçada e resfriamento adiabático localizados em maternidades de suínos. Jaboticabal, SBEA, 18p.1995
- USDA - United States Department of Agriculture. *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. April. 2016.
- Vannier, P., Tillon J. P., Madec F.; Morisse J. P. Environment and Gastroenteritis. *Annales de Recherches Vétérinaires*. 14: 450455. 1983.
- Vaquero, E. G. Projeto de construção de alojamento para animais. 7º ed. Lisboa, Litexa, 237p, 1981.
- Veloni, M. L.; Prado, P. L.; Arssuffi, B. M.; Ballestero, M. C. M.; Oliveira, M. G. de; Abreu, P. B. de; Oliveira, L. G. de. Bem-Estar Animal Aplicado nas Criações de Suínos e Suas Implicações na Saúde dos Rebanhos. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, v.1, p. 1-21, 2013.
- Veit, H. P.; Troutt, H. F. Monitoring air quality for livestock respiratory health. *Veterinary Medicine and Small animal Clinician*. v.77, p. 454-464, 1982.
- Wentz, I.; Sobestiansky, J.; Silveira, P. R. S. da; Munari, J.; Freitas, A. R. Efeito de pedilúvio associado a desgastamento do piso, sobre o clínico de porcas com afecções podais. *Brazilian Journal of Veterinary Research*, v.28, n.2, p.231–234, 1991.
- Wouters, P.; Geers, R.; Parduyns, G.; Goossens, K.; Truyen, B.; Goedseels, V.; Van Deer Stuyft, E. Image analysis parameters as inputs for automatic environmental temperature control in the piglets houses. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.5, n.2, p.233-246, 1990.

- Wright, A. I.; Osborne, A. D.; Penny, R. H. C. Foot-rot in pigs: experimental production of the disease. *Veterinary Records*. v.90, p.93-99. 1972.
- Xin, H. Assessing swine thermal comfort by image analysis of postural behaviors. *Journal of animal science*, Champaign, v.77, n.suppl.2, p.1-9, 1999.
- Xin, H.; Zhang, Q. Preference for lamp or mat heat by piglets at cool and warm ambient temperatures with low to high drafts. *Applied Engineering in Agriculture*, v.15, p.547-551, 2001.
- Zattera, A. J.;Zeni, M. Ferreira, C. A. Caracterização de resíduos de Copolímeros de Etileno-acetato de vinila - EVA. *Revista Polímeros: Ciência e tecnologia*. v.15, n.1, p.73-78, 2005.
- Zhang, Q.; Xin, H. Responses of piglets to creep heat type and location in farrowing crate. *Applied Engineering in Agriculture*, v.17, p.515-519, 2001.
- Ziegerhofer, J. Einfluss von Zinkoxid auf die enteropathogen E. coli von Absetzferken im Feldversuch. *Wiener tierärztliche Monatsschrift*. 52: 503-508.1988.
- Zonderland, J. J.; Cornelissen, L.; Wolthuis-Fillerup, M.; Spoolder, H. A. M. Visual acuity of pigs at different light intensities. *Applied Animal Behaviour Science*, v.111, n.1-2, p.28-37, 2009.