

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

JÉSSICA JULIANE SULZBACH

**CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE AQUECIMENTO
PARA SUÍNOS RECÉM-NASCIDOS**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS

2016

JÉSSICA JULIANE SULZBACH

**CONCEPÇÃO E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE AQUECIMENTO
PARA SUÍNOS RECÉM-NASCIDOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia - Área de Concentração: Produção e Ambiência Animal.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Angélica Signor Mendes
Co-orientação: Prof. Dr. Marco Antonio Possenti

DOIS VIZINHOS

2016

S954c Sulzbach, Jéssica Juliane.
Concepção e avaliação de diferentes sistemas de aquecimento para suínos recém-nascidos – Dois Vizinhos: [s.n], 2016.
41f.:il.

Orientadora: Angélica Signor Mendes
Coorientador: Marco Antonio Possenti
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Dois Vizinhos, 2016.
Inclui bibliografia

1. Suíno 2. Aquecimento 3. Bem - estar I.Mendes, Angélica Signor, orient. II. Possenti, Marco Antonio, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos .IV.Título.

CDD: 636.40831

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa de auxílio concedida, durante o período do mestrado.

À Professora Angélica Signor Mendes, pela orientação, oportunidade de ingressar no mestrado, confiança, parceria no projeto e ensinamentos ao longo deste período.

Ao Professor Marco Antonio Possenti, pela co-orientação, amizade, apoio e confiança. Agradeço pelo incentivo para que mais essa etapa de estudos fosse possível, a toda ajuda para com o experimento, pelas longas conversas e conselhos que levarei ao longo da vida como ensinamentos vindos não apenas de um orientador, mas de um grande amigo.

Ao professor Elias, aos Pós-Doc's Rodrigo e Fabiana pela ajuda e dicas com as análises estatísticas.

Aos meus avós Francisco e Edith, por permitirem a execução do experimento em sua granja com seus animais, aos funcionários da Granja Foellmer e demais pessoas que se envolveram na implantação e execução do projeto.

Aos meus amigos de Dois Vizinhos, pela hospitalidade, confraternizações, conversas e apoio ao longo destes anos. Novas amizades que levarei comigo para sempre, pelos belos momentos de convivência juntos.

Aos meus amigos de longa data, em especial as amigas que estão ao meu lado nos momentos de alegrias e tristezas, agradeço pelo apoio e torcida, pela grande amizade e parceria de sempre. Alegro-me por saber que tenho vocês, amigos verdadeiros.

Aos meus avós, tios, tias e primos, pela torcida, preocupação e orações.

E por fim, mas não menos importante, à MINHA FAMÍLIA. Meu pai Edson, mãe Ingrid, irmãos Guilherme e Ivan, por todo incentivo e ajuda, por estarem ao meu lado nos momentos de alegria e de aflição durante essa jornada, não me deixando desanimar, ajudando no que fosse possível. Sem vocês nada disso seria possível e não teria tamanha importância. É maravilhoso ter uma família ao lado apoiando, espero sempre ser motivo de orgulho para vocês.

Muito Obrigada!



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 059

**Concepção e Avaliação de Diferentes Sistemas de Aquecimento para Suínos
Recém-nascidos**

Jéssica Juliane Sulzbach

Dissertação apresentada às oito horas e trinta minutos do dia vinte e três de março de dois mil e dezesseis, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, Linha de Pesquisa – Produção e Nutrição Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Dois Vizinhos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Banca examinadora:

Angélica Signor Mendes
UTFPR-DV

Marco Antonio Possenti
UTFPR-DV

Gilson Adamczuk Oliveira
UTFPR-PB

Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado
Coordenador do PPGZO

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

SULZBACH, Jéssica Juliane. **Concepção e Avaliação de Diferentes Sistemas de Aquecimento para Suínos Recém-nascidos**. 2016. 41 folhas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

RESUMO

O consumo mundial da carne suína tem aumentado nos últimos anos, com isso o aprimoramento do sistema produtivo vem sendo cada vez mais exigido para qualquer atividade, implicando em alterações na matriz de custeio, o que envolve a matriz energética. Um dos fatores de grande importância no sistema produtivo de leitões é o conforto térmico dos suínos recém-nascidos, sendo necessário o aquecimento suplementar destes para otimizar a produção. O sistema atual de aquecimento utiliza lâmpadas incandescentes e, em alguns casos, pisos aquecidos com resistências elétricas. As lâmpadas incandescentes, por apresentarem baixa eficiência energética estão sendo substituídas, e no caso do Brasil por força de lei, deverão ser extintas até o ano de 2016. O presente trabalho analisou diferentes tipos de aquecimentos: PA - com aquecimento do piso dos escamoteadores com água quente circulante, onde o aquecimento primário da água ocorreu por um sistema híbrido (painel solar, biogás, gás GLP e energia elétrica); LC - com lâmpadas incandescentes tipo SPOT 40 W com chapa metálica preta no abrigo; e L - com lâmpadas incandescentes tipo SPOT 40 W sem chapa metálica. Os escamoteadores aquecidos com piso aquecido por água circulante (PA) apresentaram as maiores temperaturas médias e também o maior ganho de peso dos leitões, proporcionando um melhor conforto térmico para os leitões e um maior faturamento com a comercialização dos leitões.

Palavras-chaves: Leitões, Aquecimento, Conforto Térmico, Energia Alternativa, Pisos Térmicos.

SULZBACH, Jéssica Juliane. **Conception and Evaluation of Different Heating Systems for Newborns Pigs**. 2016. 41 pages. Dissertation (Master of Animal Science) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

ABSTRACT

The pork consumption worldwide has increased in last years, with this improving the production system has been increasingly required for any activity, resulting in changes in the cost matrix, which involves energy matrix. One of the very important factors in the production of piglets system is the thermal comfort of newborn pigs, requiring the additional heating these to optimize production. The heating current system uses incandescent lamps and, in some cases, heated floors with electrical resistances. Incandescent bulbs, because they have low energy efficiency are being replaced, and in the case of Brazil by law should be extinct by the year 2016. This study analyzed different types of heating systems, PA - with floor heating shelters with circulating hot water, where the primary water heating occurred for a hybrid system (solar panels, biogas, GLP gas and electricity); LC - incandescent lamps type SPOT 40 W with black metal plate on a side of the shelter; and L - incandescent lamps type SPOT 40 W without metal plate. Shelters heated with circulating water heated by floor (PA) had the highest average temperatures and the largest weight gain of piglets, providing better thermal comfort for the piglets and higher revenues from the sale of piglets.

Keywords: Piglets, Heating, Thermal Comfort, Alternative Energy, Thermal Floors.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1 - Planta baixa da sala e distribuição dos tratamentos.....	27
Figura 2 - Pontos de coleta dos dados bioclimáticos e captura das imagens fotográficas.....	28
Figura 3 - Tipos de disposição dos leitões.....	29
Figura 4 - Estrutura simplificada do piso aquecido.....	31
Figura 5 - Estrutura do ciclo de funcionamento do sistema de aquecimento proposto.....	32

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 - Temperatura e umidade interna e externa da sala de maternidade.....	33
Tabela 2 - Médias de desempenho dos leitões.....	33
Tabela 3 - Temperatura média dos tratamentos durante os 21 dias.....	34
Tabela 4 - Ocorrência das posições em relação aos dias e horas.....	34
Tabela 5 - Relação do faturamento dos tratamentos.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Cenário da Suinocultura	10
2.2 Conforto Térmico para Suínos Recém-Nascidos	12
2.2.1 Mecanismos de Troca de Calor	12
2.2.2 Ambiência na Maternidade.....	13
2.2.3 Tipos de Abrigos e Aquecimentos para Leitões.....	14
2.3 Crise Energética e Fim da Comercialização das Lâmpadas Incandescentes.....	15
2.4 Fontes Alternativas de Energia.....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO 1	22
RESUMO	23
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
Animais e Ambiente	25
Coleta de Dados à Campo	27
Análise do Faturamento da Comercialização da Produção.....	29
Confecção do Piso e Sistema de Aquecimento	30
Métodos Estatísticos.....	32
RESULTADOS	32
DISCUSSÃO	35
CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO GERAL

A demanda por alimentos, em especial a proteína animal vem aumentando significativamente nos últimos anos, sobretudo pelo aumento da população e do poder aquisitivo da população em geral. Essa necessidade faz com que cada vez se produza mais, com menos custos em um espaço de tempo menor. A busca pela máxima eficiência produtiva se tornou primordial a todo segmento produtivo, destacando a cadeia produtiva do agronegócio.

A suinocultura se destaca no ramo alimentício por ser a fonte de proteína animal mais consumida e produzida no mundo. A China tem a maior produção com 56,5 mil toneladas, seguida da União Européia, com 22,4 mil toneladas e dos Estados Unidos, com 10,3 milhões de toneladas. O Brasil aparece em quarto lugar, com 3,3 mil toneladas. No ano de 2014 o país exportou cerca de 505 mil toneladas, sendo um segmento que contribui para o PIB nacional, além de manter muitas famílias no meio rural (USDA, 2015; ABPA, 2015).

Os avanços tecnológicos, o melhoramento genético, o aumento da produção em grande escala, os sistemas de parcerias e integração, especialização e coordenação entre os elos da cadeia produtiva, são fatores fundamentais para o significativo desempenho brasileiro no mercado mundial de carnes. Além destes fatores contribuírem para a produção de uma carne com menor teor de gordura e mais nutritiva, o controle de qualidade adotado no país, vem atendendo as exigências do mercado internacional, inclusive em termos de bem estar animal e sanidade.

Dentro da atividade suinícola tem-se a fase de maternidade, onde as matrizes criam suas leitegadas do nascimento até o desmame. Essa fase pode ser considerada uma das mais críticas da produção, pois em uma mesma instalação são necessárias duas temperaturas, sendo de 32 a 34°C para os leitões recém-nascidos, podendo chegar a 24°C até o seu desmame aos 21 dias, e de 12 a 16°C para as fêmeas lactantes (HOLMES e CLOSE, 1977; PERDOMO *et. al.*, 1987; BORTOLOZZO *et al.*, 2011).

As variáveis meteorológicas têm uma influência muito grande no desempenho dos animais, desde os recém-nascidos até os adultos, tanto no aspecto reprodutivo, como no ganho de peso (CAMPOS *et al.*, 2008). A temperatura (T°C), umidade relativa (UR) e velocidade do ar têm efeitos diretos sobre o comportamento, bem estar e, conseqüentemente, sobre a produção do animal (BORTOLOZZO, 2011).

Tendo a temperatura papel fundamental no conforto térmico e bem estar dos animais, se faz necessário a suplementação de calor para os leitões recém-nascidos, principalmente, no

inverno e, sobretudo, em regiões de temperatura mais fria. No Brasil, a principal fonte de calor suplementar é feita com o uso de lâmpadas incandescentes de 60 a 100 Watts, que segundo a Portaria de nº 1007 dos Ministérios de Minas e Energia, da Ciência, Tecnologia e Inovação e do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, estarão completamente extintas do mercado até o ano de 2016, juntamente com as demais lâmpadas incandescentes comuns de outras potências (MME, 2011).

A portaria segue uma tendência mundial de eficiência energética e uso de energias sustentáveis. O tema sustentabilidade tem se tornado uma meta em todas as atividades do meio rural, seguindo as premissas: ecologicamente correto; economicamente viável; socialmente justo; e culturalmente diverso. Suprir as necessidades atuais dos seres humanos sem comprometer o futuro das próximas gerações é fundamental para a máxima eficiência produtiva e aceitação por parte dos consumidores (DIAS, 2011).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar três sistemas de aquecimento, sendo o sistema de aquecimento de escamoteadores através de água quente circulante no piso (PA), proposto e elaborado pelos presentes autores, comparando-o com métodos de aquecimento disponíveis no mercado, que foram: lâmpada incandescente tipo SPOT 40 W com chapa metálica preta na lateral do abrigo (LC); e lâmpadas incandescentes tipo SPOT 40 W sem chapa metálica (L).

Para o aquecimento da água foi utilizado um sistema híbrido, composto por energia solar (placas solares), queima do biogás, gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) e energia elétrica, realizando o aquecimento até a temperatura ideal da água ser atingida para aquecer o ambiente do escamoteador conforme a temperatura de conforto térmico exigida pelos leitões. A escolha pelas lâmpadas incandescentes tipo SPOT se deu em virtude de estas ainda estarem disponíveis no mercado e produzirem calor de modo semelhante as lâmpadas incandescentes comuns.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cenário da Suinocultura

Segundo ABPA (2015), o Brasil possui mais de 2,1 milhões de matrizes tecnificadas, exportando mais de 505 mil toneladas de carne suína em 2014. 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 toneladas de carne suína anualmente (COSER, 2008). O Brasil é o quarto maior produtor, com 3% do total e o quinto consumidor mundial de carne suína (ABPA, 2015; USDA 2015).

Nos últimos anos o agronegócio brasileiro foi o setor que mais cresceu ajudando significativamente na economia nacional. Em 2014 o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio representou de 22 a 23% do PIB da economia brasileira que alcançou a soma US\$ 1,73 trilhão de bens de consumo final no mercado interno e exportações. O Brasil exportou cerca de R\$ 3,7 bilhões de carne suína em 2014 (MAPA, 2014; IBGE, 2015).

No Brasil, os maiores produtores de suínos são os estados da região sul, sendo esta a região mais fria do país, responsáveis pelo abate de mais de 65% do rebanho nacional. Santa Catarina possui o maior rebanho de suínos, seguido por Rio Grande do Sul e Paraná. Esses estados são responsáveis por aproximadamente 75% das exportações, sendo a produção dos demais estados voltada para o consumo nacional. Do total de carne produzida, 89% se torna produto industrializado, o que mostra a importância das indústrias e frigoríficos para o setor e economia (IBGE, 2014; ABPA, 2015).

O consumo de carne suína per capita no Brasil não chega a 15 kg/habitante, sendo muito baixo quando comparado a outros países, como os da Europa e a China onde o consumo chega a 67 kg/habitante ou mesmo se comparado ao consumo nacional de carne bovina que é de 39,2 kg/habitante (ABIEC, 2014; ABPA, 2015). O baixo consumo nacional da carne de suínos deve-se, sobretudo, ao preconceito e mitos quanto à qualidade da carne. A predominância era de variedades de carne suína que tinham um alto teor de gordura. Porém, atualmente com as exigências do mercado e avanços da genética, conseguiu-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; CIAS, 2013).

A exigência do mercado externo a cada dia se torna um desafio para indústrias, produtores e empresas pertencentes a esta cadeia produtiva, que precisam se adaptar para manter e aumentar as vendas. A busca por uma carne de qualidade e sem resíduos são requisitos básicos. Porém, atender os requisitos de bem-estar animal, preservação e sustentabilidade ambiental tornou-se o diferencial para o sucesso de venda para grandes mercados consumidores (MEUWISSEN *et al.*, 2007; MENDES, 2014).

2.2 Conforto Térmico para Suínos Recém-Nascidos

Na suinocultura, um dos maiores problemas relacionados ao conforto térmico e bem-estar animal está na maternidade, onde existem exigências de temperatura bem diferenciadas. Esta situação é um dos grandes impasses na produção de leitões, pois em um mesmo espaço físico (sala) é necessário proporcionar dois ambientes térmicos distintos: um para os leitões recém-nascidos através de abrigos com calor suplementar e outro para as fêmeas adultas que permanecem em contato direto com o ambiente da sala, e caso isto não ocorra, o desempenho, tanto das matrizes quanto dos leitões, não será satisfatório (SILVA, *et al.*, 2005; SOBESTIANSKY *et al.*, 2008).

Os suínos possuem características fisiológicas que dificultam sua adaptação às variações térmicas ambientais. A temperatura ideal para seu conforto varia com a idade. Para o leitão recém-nascido, a faixa de conforto está entre 32 e 34°C, podendo chegar a 24°C aos 21 dias, sendo que a temperatura ideal para a matriz lactante está entre 12 e 16°C (HOLMES e CLOSE, 1977; PERDOMO *et al.*, 1987; BORTOLOZZO *et al.*, 2011).

Os suínos são animais homeotérmicos. Em climas frios, leitões recém-nascidos são mais afetados, pois seu controle de termo regulação é deficiente, apresentando limitada reserva energética disponível armazenada na forma de glicogênio, e menos de 1% de gordura no corpo, além de pouco isolamento corporal por pelos. Em contraste, em clima quente, animais adultos são mais afetados, pois, com uma camada subcutânea de gordura maior, torna-se mais difícil dissipar o calor corporal (HUBERT *et al.*, 1954; BERTON *et al.*, 2014).

2.2.1 Mecanismos de Troca de Calor

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. Tomando as leis da física de transferência de calor como base, este é um processo normal, no qual o sistema tem a tendência de chegar num estado de equilíbrio com o meio. Estas situações são percebidas por termos receptores periféricos (células localizadas sobre a pele) e analisadas por mecanismos neurais que fazem uma decisão adequada e ativam agentes específicos (BERTON, *et al.*, 2014).

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, pela velocidade e pela umidade relativa do ar

(PERDOMO, 1999). O suíno não conta com a sudorese como mecanismo de proteção às altas temperaturas, utilizando exclusivamente, a ofegação e mudanças comportamentais. Além disto, o elevado metabolismo do suíno associado a altas temperaturas dificulta a dissipação do calor (BORTOLOZZO *et al.*, 2011).

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 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. Um exemplo do que pode acontecer com leitões recém-nascidos é a busca de calor com o corpo da fêmea (mãe) em caso de falta de aquecimento suplementar junto aos escamoteadores (BRIDI, 2006).

Convecção é a perda de calor através de uma corrente de fluido (líquido ou gasoso) que absorve energia térmica em um dado local e que então se desloca para outro local, onde se mistura com porções mais frias do fluido e para elas transfere a energia. A ventilação favorece as perdas de calor entre o suíno e o ambiente. Já a radiação é a emissão de calor através de raios térmicos infravermelhos proveniente dos corpos. Por fim, a evaporação é a troca de calor através da mudança do estado da água de líquido para gasoso, levando calor para fora do corpo. Nos suínos, a perda de calor por evaporação ocorre principalmente através do trato respiratório por meio da ofegação (MENESES, 1985; BORTOLOZZO *et al.*, 2011).

2.2.2. Ambiência na Maternidade

A ambiência representa o meio físico estético ou psicológico especialmente preparado para as atividades humanas e/ou animal. Dentro da ambiência se avalia as características de meio ambiente em função da zona de conforto térmico, associado a características fisiológicas que atuam na regulação da temperatura interna do animal (BRIDI, 2006). Instalações adequadas têm a intenção de proporcionar aos animais um melhor ambiente possível para que estes consigam expressar o seu máximo desempenho.

Em regiões onde as temperaturas ultrapassam a zona de conforto das fêmeas é necessária uma ventilação suplementar, visando diminuir o calor sensível do animal (PERDOMO *et al.*, 1999). A necessidade de ofertar uma temperatura mais elevada para os leitões recém-nascidos pode resultar em uma elevação de temperatura em toda a sala de maternidade, causando

desconforto para a fêmea, podendo levar a um estresse por calor, afetando sua capacidade reprodutiva e, conseqüentemente, sua produção de leite (CASTRO *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2011).

Atualmente, para conseguir fornecer a temperatura de conforto para as matrizes existem várias opções de adaptações no galpão de maternidade, tais como o uso de ventiladores, exaustores, cortinas, gotejamento de água localizada, ventilação localizada, pisos resfriados, dentre outros. Já para atender o conforto térmico dos leitões, busca-se o fornecimento de um abrigo limpo e seco, com fonte de aquecimento suplementar, podendo estar revestido com maravalha ou outro material.

Cerca de 70% da mortalidade na maternidade ocorre na primeira semana de vida. As causas são as mais variadas onde o destaque é de natureza não infecciosa, como esmagamento e inanição decorrentes da ambiência. A inanição, por sua vez, pode ser por causa da agalaxia, exposição ao frio ou sangramento do umbigo. Na falta de aquecimento artificial, os leitões que não são amamentados, tornam-se hipoglicêmicos e procuram aquecimento junto à mãe. Isso, muitas vezes, resulta no esmagamento destes indivíduos. Os leitões mais fracos são os mais atingidos, representando cerca de 65% do total de perdas nesta fase (FERREIRA *et al.*, 2007).

2.2.3 Tipos de Abrigos e Aquecimentos para Leitões

A alternativa para oferecer aos leitões recém-nascidos um ambiente térmico ideal, limpo, seco e livre de infecções é o uso de abrigos exclusivos, chamados de escamoteadores ou *creep*. Em sua maioria, os escamoteadores são acoplados às gaiolas de parição e têm como fonte de aquecimento do seu ambiente interno, o uso de lâmpadas incandescentes ou piso aquecido com resistências elétrica, embora existam ainda outras alternativas, como resistências elétricas e lâmpadas infravermelho. Este abrigo é de uso exclusivo para leitões, estando os animais adultos em contato direto com o ambiente de sala.

Os métodos de aquecimento mais usados e também estudados são, lâmpada incandescente de variadas potências, resistência elétrica, lâmpada infravermelho e piso aquecido, conforme trabalhos de Laureano *et al.* (2014), Sabino *et al.* (2012), McGinnis *et al.* (1981), dentre outros. A maioria destes trabalhos mostra resultados mais significativos no uso do piso aquecido, proporcionando o melhor conforto térmico aos leitões.

Hoje no mercado existe uma grande oferta de tipos de pisos aquecidos, como tapetes térmicos, pisos aquecidos com resistência e/ou água circulante, placas de polímeros com resistência elétrica e/ou água circulante, podendo essas placas também serem usadas na própria gaiola de parição, não sendo necessário um abrigo suplementar para os leitões. O produto com maior durabilidade, custo benefício, atendendo os requisitos de produto sustentável ou verde pode ser uma grande alternativa para a substituição das lâmpadas.

Para viabilizar e/ou melhorar o processo de aquecimento, pode-se utilizar produtos reciclados como alternativa para promover a temperatura de conforto térmico para os leitões de maneira sustentável, especialmente, dos pontos de vista ecológico e econômico. Sartor *et al.* (2015) usou embalagem Tetra Pak® como isolante térmico no revestimento de escamoteadores e manteve a temperatura ambiente confortável (32°C), superior aos abrigos sem o revestimento, proporcionando maior conforto térmico aos leitões lactentes, tornando o processo de aquecimento mais eficiente.

2.3 Crise Energética e Fim da Comercialização das Lâmpadas Incandescentes

O atual modelo energético, adotado por grande parte dos países produtores de suínos, baseia-se em combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão mineral. Desta forma, desencadeou-se uma crise energética por conta da escassez destes combustíveis. No Brasil, apesar de sua matriz de geração de energia elétrica ter predominância a hidráulica, o aumento exponencial do consumo proporcionou a criação de normativas referentes ao uso de produtos mais eficientes energeticamente (LUCON e GOLDEMBERG, 2009).

No caso da produção animal, o impacto se deu nos dispositivos de iluminação, como as lâmpadas incandescentes. A Portaria Interministerial N° 1007, de 31 de dezembro de 2010, dos Ministérios de Minas e Energia, da Ciência, Tecnologia e Inovação e do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, do governo brasileiro diz que as lâmpadas incandescentes com potências entre 60 a 100 Watts (W) deverão ser extintas até 2016, sobretudo, pela baixa eficiência energética (INMETRO, 2013). Saliencia-se que a matriz energética para aquecimento de suínos recém-nascidos é baseada na energia elétrica e, principalmente, através deste tipo de lâmpada, que em curto prazo resultará num problema para a cadeia da suinocultura de pequeno e médio porte.

Dentre as lâmpadas incandescentes, existem vários tipos, o qual apenas a do tipo convencional (normal), foram proibidas pela Portaria N° 1007. Lâmpadas incandescentes do tipo refletoras ainda são permitidas, 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 escamoteadores. Além destes, outros tipos como as alógenas normais e alógenas com refletor incorporado (dicróicas), ainda são permitidos, porém não tem as características de lâmpadas para aquecer ambientes (SENAI, 2011).

Na matriz de custeio de produção, a energia elétrica é responsável por cerca de 0,5% do total em média (MIELI *et al.*, 2012). Este dado mencionado pelo autor levou em conta apenas a utilização da energia elétrica no aquecimento. Sabe-se que a energia elétrica é responsável por vastas ações dentro da cadeia produtiva. Desde a iluminação, aquecimento, refrigeração até a produção de ração, bombeamento de água e processos de automação.

Desta forma, o uso racional de energia elétrica é importante para a sustentabilidade do negócio, pois contribui para a viabilidade econômica da atividade, além de contribuir para a sustentabilidade ambiental e para o bem-estar dos animais (SARUBBI *et al.*, 2010). No momento de crise e alto preço pago pela energia elétrica, a busca por alternativas para redução deste custo de produção se torna ferramenta importante para um balanço final positivo da atividade.

2.4 Fontes Alternativas de Energia

As energias alternativas e sustentáveis mais utilizadas na atualidade são a energia eólica, energia solar, energia das marés, o biogás, entre outras. Dentre estas, destacam-se a energia solar, em que o processo básico é simples e eficiente: coletores solares concentram os raios solares e convertem em energia, podendo ser elétrica ou de aquecimento (PACHECO, 2006).

Outra fonte de energia abundante em sistemas produtivos suínocolas é o biogás, que é resultado da produção de gases pelos dejetos dos animais. Esta energia química contida nas moléculas do biogás pode ser convertida em energia mecânica por um processo de combustão controlada, ou até mesmo a queima direta visando aquecimento (COELHO, 2006).

Atendendo aos requisitos do chamado produto sustentável ou também conhecido como produto verde, que visa gerar menos perdas por ser reciclável, mais durável, conter menos

substâncias prejudiciais ou tóxicas, ou por seu processo de produção consumir menos energia, as cadeias produtivas primárias, no que se enquadra a suinocultura, buscam cada vez mais substituir ou alterar sua matriz energética. Neste sentido, a energia elétrica dentro dos custos totais na produção dos suínos vem aumentando nos últimos anos devido ao elevado grau de automação dos processos e da atual elevação no custo da energia elétrica no Brasil, que ultrapassa 100% (CIAS, 2016).

A queima do biogás para o aquecimento de água é uma alternativa simples como utilização e com finalidade útil, por gerar água quente. Já o mecanismo de painel solar é mais simples e de menor custo, podendo ser confeccionado de modo caseiro. Porém, tem sua eficiência afetada em dias de ausência de sol, requerendo uma segunda fonte para o aquecimento de água. A busca por um sistema híbrido associando várias fontes alternativas diminui os riscos de ineficiência do produto, no caso, aquecimento da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne Disponível em <<http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>> Acesso em 11 ago 2015.

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. 2015.

BERTON, Mariana P.; DOURADO, Rita de C.; LIMA, Flávia B. F.; RODIGUES, Ana B. B.; FERRARI, Fábio B.; VIEIRA, Leonardo D. C.; SOUZA, Pedro A.; BORBA, Hirasilva. Growing-finishing performance and carcass yield of pigs reared in a climate-controlled and uncontrolled environment. **Int J Biometeorol** 59:955–960. 2014.

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. Disponível em: < <https://www.yumpu.com/pt/document/view/5513889/estrategias-de-reducao-do-catabolismo-lactacional-suinotec> >. Acesso 04 ago. 2015.

BRIDI, A. M. **Instalações e Ambiência em Produção Animal**. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoeseAmbienciaemProducaoAnimal.pdf. Acesso em 14 set. 2015.

CAMPOS, Josiane A.; TINÔCO, Ilda F.F.; BAÊTA, Fernando C.; SILVA, Jadir N.; CARVALHO, Sinara S.; MAUIRI, Aldo L. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Revista Ceres**. Viçosa, p. 187-193, mai/jun. 2008.

CASTRO, Jaqueline O.; CAMPOS, Alessandro T.; FERREIRA, Rony A.; TADEU, Tadayuki J. H. **Uso de ardósia na construção de celas de maternidade: Efeito sobre o ambiente e comportamentos de suínos**. Jaboticabal, v. 31, n.3, p. 458-467, mai/jun. 2011.

CIAS, Central de Inteligência de Aves e Suínos. **A Suinocultura no Brasil**. Embrapa. 2013.

CIAS, Central de Inteligência de Aves e Suínos. Disponível em<http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com_content&view=article&id=51:teste&catid=7:noticias&Itemid=51> Acesso em 15 fev. 2016.

COELHO, Suani T.; VELÁZQUEZ, Maria S. G.; MARTINS, Osvaldo S.; ABREU, Fernando C. **A conversão da fonte renovável biogás em energia**. V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético.2006.

COSER, Fernando. Audiência Pública Sobre a Cadeia Produtiva de Suínos. **Cadeia Produtiva de Suínos**. 2008.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo; Atlas. 220 p. 2011.

FERREIRA, Rony A.; CHIQUIERI, Julien; MENDONÇA, Pedro P; MELO, Thiago V.; CORDEIRO, Mariana D.; SOARES, Rita T. R. N. Comportamento e parâmetros fisiológicos de leitões nas primeiras 24 horas de vida. **Ciênc. agrotec. Lavras**, v. 31, n. 6, p. 1845-1849, nov./dez., 2007

HOLMES CW and CLOSE WH. In: Haresign W, Swan H, Lewis D, eds. **Nutrition and the Climatic Environment**. London: Butterworths; 1977.

HUBERT, Heitman Jr.; BOND, T. E.; KELLY, C. F. **Effect of Temperature influence of environment on feed utilization studietfor improvement in efficiency of farm structures**. California Agriculture, June, 1954.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE, Contas Nacionais Trimestrais Indicadores de Volume e Valores Correntes**. Jan/mar 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE Estatística da Produção Pecuária**. Jun 2014.

INMETRO -INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Disponível em https://www.inmetro.gov.br/noticias/verNoticia.asp?seq_noticia=3502> Acesso em 2 de dez. 2013.

LAUREANO, Débora F.; VOLPATO, Andreia; SIMON, Lucimara B.; GROSSKOPF, Rhayana K.; LIMA, Jocelita; OLTRAMARI, Carlos E.; NUNES, Maria L. A.; MÜLLER, Lucieli K. F. **Avaliação fisiológica de leitões em diferentes sistemas de Aquecimento de escamoteador**. XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia. Vitória-ES. 2014.

LIMA, Anderson L.; OLIVEIRA, Rita F. M.; DONZELE, Juarez L.; FERNANDES, Haroldo C.; CAMPOS, Paulo H. R. F.; ANTUNES, Vinicius M. L. Resfriamento do piso da maternidade para porcas em lactação no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 804-811, 2011.

LUCON, Oswaldo; GOLDEMBERG, José. **Financial Crisis, energy and sustainability in Brazil**. 2009.

MAPA. Disponível em

<<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/12/produto-interno-bruto-da-agropecuaria-deve-ser-de-rs-1-trilhao>> Acesso 10 ago 2015.

McGINNIS, R. M.; MARPLE, D. N.; GANJAM, V. K.; PRINCE, T. J.; PRITCHETT, J. F. The effects of floor temperature, supplemental heat And drying at birth on neonatal swine. **J ANIM SCI**, 53:1424-1431. 1981.

MENDES, Ariel A. **Exigências do mercado consumidor de carnes**. Workshop sobre resíduos químicos em carnes de suínos e aves Chapecó, 3 de dezembro de 2014.

MENESES, J.F.S. Ventilação natural controlada automaticamente em instalações para suínos. Lisboa. 254p. Tese (Doutorado) – I.S.A. Lisboa. 1985.

MEUWISSEN, M.P.M.; VAN DER LANS, I.A.; and HUIRNE, R.B.M. Consumer preferences for pork supply chain attributes. **NJAS** 54-3, 2007.

MIELI, Marcelo; FILHO, Jonas I. S.; MARTINS, Franco M.; SANDI, Ari J.; BOFF, José A. **Custos de Produção de Suínos em Países Selecionados**. 2012.

MME, Ministério de Minas e Energia. Disponível em <<http://www.mme.gov.br>> Acesso 04 ago 2015.

PACHECO, Fabiana. **Energias Renováveis: Breves Conceitos**. Conjuntura e Planejamento, Salvador: SEI, n.149, p.4-11, Outubro/2006.

PERDOMO, Carlos C.; SOBESTIANSKY, Jurij; OLIVEIRA, Paulo V. A.; OLIVEIRA, João A. **Efeito de diferentes sistemas de aquecimento no desempenho de leitões**. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 1987. Comunicado Técnico, 122.

PERDOMO, Carlos. C.; FERNANDES, Luis C. O.; GUIDONI, Antônio L.; FIALHO, Flávio 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.

SABINO, Luana A.; ABREU, Paulo G.; SOUSA, Vilmar R. J.; ABREU, Valéria

M. N.; LOPES, Letícia 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.

SARCINELLI, Miryelle F.; VENTURINI, Katiani S.; SILVA, Luís C. **Características da Carne Suína**. Boletim Técnico - PIE-UFES:00907. 2007.

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.

SARUBBI, Juliana; ROSSI, Luiza A.; MOURA, Daniela J.; OLIVEIRA, Rafael A.; DAVI, Eduardo. Utilização de energia elétrica em diferentes sistemas de Aquecimento para leitões desmamados. **Eng. Agríc. Jaboticabal**, v.30, n.6, p.1003-1011, nov./dez. 2010

SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Curso Técnico Industrial em Eletrotécnica – Instalações Elétricas. Pato Branco, 2011.

SILVA, Iran J. O.; PANDORFI, Héilton; PIEDADDE, Sônia M. S. **Uso da Zootecnia de Precisão na Avaliação do Comportamento de Leitões Lactentes Submetidos a Diferentes Sistemas de Aquecimento**. 2005.

SOBESTIANSKY, Jurij; WENTZ, Ivo; SILVEIRA, Paulo R. S.; SESTI, Luiz A. C. Livro: **Suinocultura Intensiva: Produção, Manejo e Saúde do Rebanho**. Brasília. 2008.

USDA, United States Department of Agriculture. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. April. 2015.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DE DISTINTOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO PARA SUÍNOS RECÉM-NASCIDOS

O Capítulo foi elaborado conforme as normas para publicação no

International Journal of Biometeorology

AVALIAÇÃO DE DISTINTOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO PARA SUÍNOS RECÉM-NASCIDOS

Jéssica Juliane Sulzbach

Departamento de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus
Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar três sistemas de aquecimento em escamoteadores para leitões recém-nascidos. O experimento foi conduzido nos meses de maio e junho de 2015, no setor de maternidade de uma granja comercial localizada no município de Entre Rios Do Oeste/Paraná/Brasil, utilizando 15 matrizes da linhagem DanBred e suas leitegadas. Os modelos testados foram piso aquecido com água circulante (PA), lâmpada incandescente tipo SPOT 40 W (L), e lâmpada incandescente tipo SPOT 40 W mais chapa de metal na cor preta (LC). Os parâmetros avaliados foram desempenho zootécnico dos leitões (ganho de peso total e mortalidade), dados bioclimáticos (temperatura e umidade relativa do ar), comportamento animal e o faturamento. Os dados bioclimáticos foram registrados no ambiente externo, na sala da maternidade e no interior de cada abrigo, durante 21 dias, três vezes ao dia, bem como a captura de imagens fotográficas para análise de disposição dos animais. O delineamento experimental adotado foi de três tratamentos com cinco repetições cada. Os dados de temperatura e peso foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Já para a análise de disposição dos animais, os dados foram analisados pelo teste de Qui-quadrado a 5% de significância. Para ambas as análises utilizou-se o programa SAS 9.1. A média de temperatura dos escamoteadores e o ganho de peso foram superiores no tratamento PA, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. A análise de imagens apontou o maior percentual de leitões dentro dos abrigos PA e L. O tratamento PA proporcionou o melhor ambiente térmico e o maior faturamento na hora da comercialização dos leitões.

Palavras-Chaves: Leitões – Conforto Térmico – Aquecimento – Energia Alternativa – Piso Aquecido.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A atividade de suinocultura é implacavelmente importante por produzir a proteína animal mais consumida no mundo. O Brasil é o quarto maior produtor mundial de carne suína, com uma produção de 3,3 mil toneladas, ficando atrás da China, União Européia e Estados Unidos. No ano de 2014 o país exportou cerca de 505 mil toneladas, sendo um segmento que contribui para o PIB nacional, além de manter inúmeras famílias no meio rural (USDA, 2015; ABPA, 2015).

A fase de maternidade pode ser considerada uma das mais críticas da produção, pois em uma mesma instalação são necessárias duas temperaturas, sendo de 32 a 34°C para os leitões recém-nascidos, de 24 a 29°C no desmame, e de 12 a 16°C para as fêmeas lactantes (Holmes e Close, 1977; Perdomo et al., 1987; Bortolozzo et al., 2011). Cerca de 70% da mortalidade na maternidade ocorre na primeira semana de vida. As causas na grande maioria são de natureza não infecciosa, como o esmagamento e a inanição decorrentes da ambiência (Edwards, 2002). Na falta de aquecimento artificial, os leitões que não são amamentados tornam-se hipoglicêmicos e procuram aquecimento junto à mãe, resultando muitas vezes no seu esmagamento (Herpin et al., 2002; Ferreira et al., 2007).

Os suínos são animais homeotérmicos. Em climas frios, leitões recém-nascidos são mais afetados, pois seu controle de termo regulação é deficiente, apresentando limitada reserva energética disponível armazenada na forma de glicogênio, e menos de 1% de gordura no corpo, além de pouco isolamento corporal por pelos. Em contraste, em clima quente, animais adultos são mais afetados, pois com uma camada subcutânea de gordura maior, torna-se mais difícil de dissipar o calor corporal e manter o consumo de ração para continuar produzindo (Hubert et al., 1954; Berton et al., 2014).

A alternativa para oferecer aos leitões um ambiente térmico ideal, limpo, seco e livre de infecções é o uso de abrigos, chamados de escamoteadores ou *creep* (Penderson et al., 2006). Em sua maioria, os escamoteadores têm como fonte de aquecimento do seu ambiente interno, o uso de lâmpadas incandescentes, resistências elétricas, lâmpadas infravermelho e piso aquecido com resistências elétrica, conforme trabalhos de Laureano et al. (2014), Sabino et al. (2012), Mendes et al. (2013), dentre outros. A maior parte destes trabalhos apresenta resultados significativos no uso do piso aquecido, devido à transferência de calor ocorrer por meio de condução do piso para os animais, sendo um método mais eficiente térmicamente.

Conforme Laureano et al. (2014), escamoteadores com uso de resistência elétrica resultaram em melhor condição de ambiência aos leitões, quando comparado ao uso de lâmpada

incandescente. Mendes et al. (2013), em avaliação de um sistema com piso aquecido relataram que este forneceu temperaturas mais elevadas e levou a uma distribuição de temperatura mais homogênea da superfície do abrigo, o qual proporcionou uma condição ambiental mais desejável aos leitões quando comparado a abrigos com lâmpadas incandescentes 200 W.

Logo, a matriz energética mais utilizada para o aquecimento de suínos recém-nascidos é a baseada em energia elétrica, através do uso de lâmpadas incandescentes. Entretanto, a Portaria Interministerial N° 1007, de 31 de dezembro de 2010 dos Ministérios de Minas e Energia, da Ciência, Tecnologia e Inovação e do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, do governo brasileiro diz que as lâmpadas incandescentes com potências entre 60 a 100 Watts (W) deverão estar extintas até 2016, devido à baixa eficiência energética (MME, 2011), que em curto prazo resultará num problema para a cadeia da suinocultura brasileira.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar três sistemas de aquecimento, sendo o sistema de aquecimento de escamoteadores através de água quente circulante no piso (PA), proposto e elaborado pelos presentes autores, comparando-o com dois métodos de aquecimento disponíveis no mercado, que foram lâmpadas incandescentes tipo SPOT 40 W com chapa metálica preta no abrigo (LC); e lâmpadas incandescentes tipo SPOT 40 W sem chapa metálica (L).

Para o aquecimento da água foi utilizado um sistema híbrido, composto por energia solar (placas solares), a queima do biogás, gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) e energia elétrica, realizando a aquecimento até a temperatura ideal da água ser atingida para aquecer o ambiente do escamoteador na temperatura de conforto térmico exigida pelos leitões. A escolha pelas lâmpadas incandescentes tipo SPOT se deu em virtude de estas ainda estarem disponíveis no mercado e produzirem calor de modo semelhante as lâmpadas incandescentes comuns.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e Ambiente

O presente experimento foi conduzido na Granja Foellmer, uma Unidade Produtora de Leitões (UPL), localizada no município de Entre Rios do Oeste, estado do Paraná. O experimento foi alocado na sala de maternidade com área de 144 m² (14,8 x 9,73 m), forro rebaixado com lona a 2,30 m de altura contendo duas cortinas laterais de lona e dois exaustores, sendo ligados quando a temperatura interna atingia 25°C. A abertura e fechamento das cortinas eram manuais, conforme a temperatura da sala e ventilação. A sala era composta por 18 gaiolas

de parição de 2,38 x 1,59 m, suspensas, com piso de placas de polímero vazadas e seus escamoteadores acoplados de 0,93 x 0,55 m e altura de 0,57 m. Os escamoteadores eram de madeira com espessura de 30 mm, e piso forrado com fina camada de argamassa, onde foram utilizadas para o estudo 15 destes.

Foram utilizadas 15 matrizes suínas da linhagem DanBred, que foram inseminadas com sêmen proveniente de uma central especializada, e suas respectivas leitegadas. As matrizes foram distribuídas aleatoriamente nos tratamentos sete dias antes do parto, permanecendo até o desmame de suas leitegadas no 21º dia de vida.

Durante o período em que as fêmeas adultas e suas leitegadas permaneceram na maternidade, o manejo nutricional, bem como as vacinas, os medicamentos e os manejos pós parto, seguiram a rotina da granja que segue as instruções da empresa integradora para a qual comercializa sua produção. Todos os animais tinham água à vontade. Os adultos receberam ração formulada para a fase de lactação e os leitões receberam soro caseiro e ração pré-inicial para a categoria a fim de satisfazer as exigências nutricionais de cada fase. A dieta era ofertada quatro vezes ao dia para as matrizes e *ad libitum* para leitões, em cochos ideais para cada categoria.

Após o nascimento, os leitões eram limpos com pó secante e direcionados para beber o colostro, tendo acesso aos abrigos aquecidos e forrados com maravalha. Os sistemas de aquecimento permaneceram em funcionamento durante todo o período do experimento. A classificação dos animais por tamanho e peso ocorreu um dia após os nascimentos, buscando manter leitegadas uniformes e de mesmo número para cada matriz. O número total de leitões utilizados foi de 171, na média aproximadamente 11 por matriz com variação de um leitão para mais ou menos.

Os tratamentos avaliados com relação à eficiência do tipo de aquecimento do abrigo dos leitões foram: Tratamento lâmpada incandescente refletora tipo SPOT 40 W + chapa metálica na cor preta (LC); Tratamento lâmpada incandescente refletora tipo SPOT 40 W (L); e Tratamento piso aquecido com água circulante, com iluminação de lâmpada fluorescente 9 W (PA), conforme ilustrado na Fig. 1. No Tratamento LC a chapa metálica foi posicionada na lateral oposta a entrada do abrigo e a lâmpada no centro direcionada para a chapa. Nos demais tratamentos as lâmpadas permaneceram com o direcionamento normal para baixo no centro do abrigo. Cada tratamento teve cinco repetições.

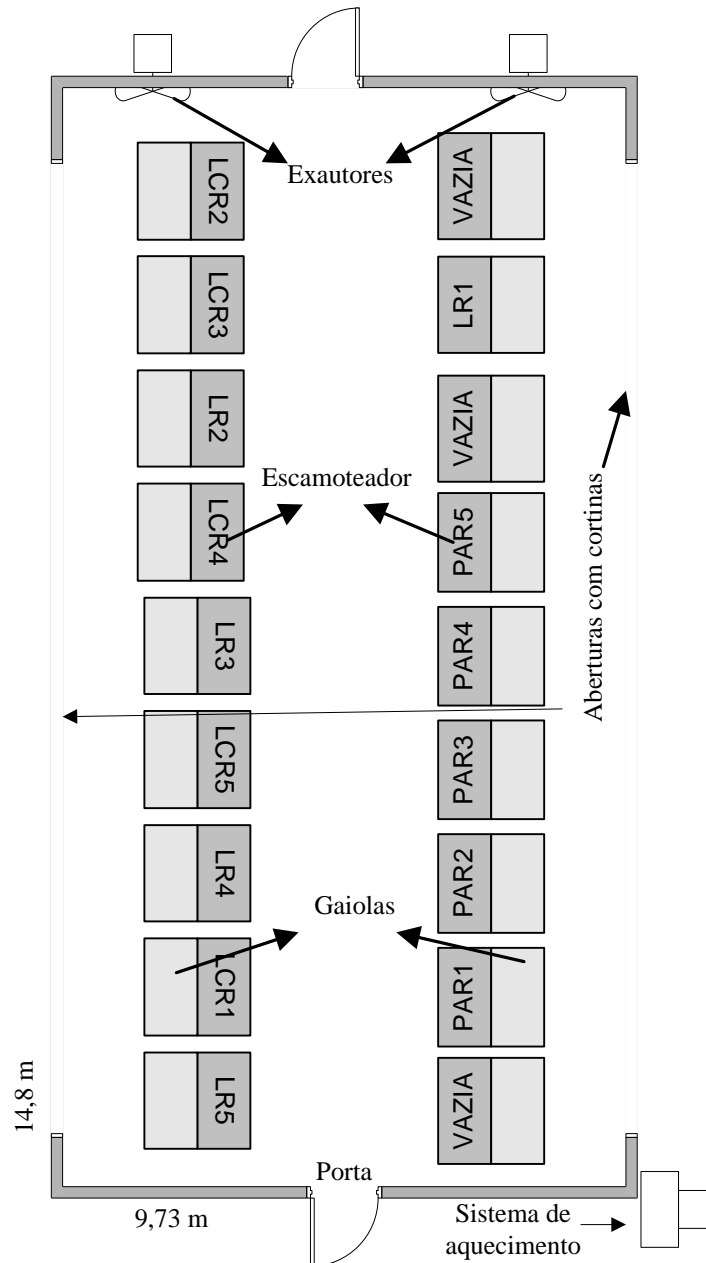


Fig. 1 Planta baixa da sala e distribuição dos tratamentos

Coleta de Dados à Campo

O experimento foi conduzido entre os dias 22 de maio a 13 de junho de 2015, sendo o período de inverno da referida região. Os dados foram coletados diariamente durante 22 dias, três vezes ao dia, sendo às 6 horas, 12 horas e 18 horas. Para as medidas de temperatura ambiente e umidade relativa interna e externa da sala, e temperatura ambiente interna dos escamoteadores foi utilizado o aparelho Higrotermômetro Anemômetro Datalogger Digital Modelo HTA4200™ e para a captura de imagens foi utilizada a Câmera de Visão Térmica Flir

E40, que forneceu a imagem fotográfica de dentro de cada abrigo, conforme os leitões estavam distribuídos, servindo como base para análise de conforto térmico. A coleta de imagens foi realizada juntamente com as coletas das variáveis bioclimáticas, três vezes ao dia. Os pontos de coletas bioclimáticos e fotográficos estão apresentados na Fig. 2.

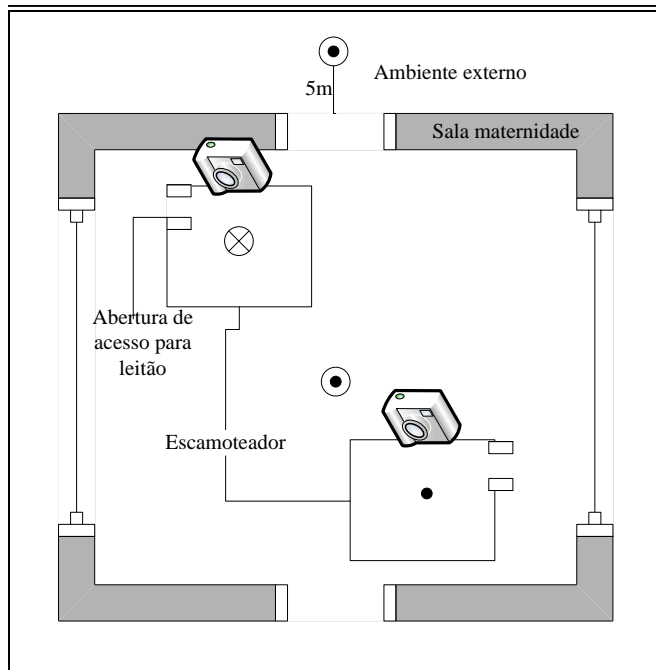



Fig. 2 Pontos de coleta dos dados bioclimáticos e captura das imagens fotográficas.

- sensor de temperatura do tratamento com PA;
- ⊙ ponto de coleta de T°C e UR;
- ⊗ ponto de coleta de T°C dentro dos escamoteadores com L e LA;
-  ponto de captura das imagens;

Para a avaliação de conforto térmico através da análise das imagens capturadas, foram definidas quatro possíveis formas de disposição dos animais dentro dos abrigos, sendo: 1 (nenhum ou um animal), 2 (normal), 3 (dispersos), 4 (aglomerados), conforme Fig. 3. Para as disposições 2, 3 e 4 seguiu-se o conceito apresentado por Sobestiansky et al. (2008). As imagens foram avaliadas individualmente e pontuadas conforme já descrito, sendo a avaliação feita apenas até o décimo dia de vida, em virtude do tamanho dos leitões e sua tendência comportamental.



Fig. 3 Formas de disposição dos leitões

1 (nenhum ou um animal), 2 (normal), 3 (dispersos), 4 (aglomerados)

Após a classificação dos leitões, as leitegadas eram pesadas, assim como no dia do desmame, para avaliar o ganho de peso total do período. Os leitões mortos eram computados junto com a possível causa da morte.

Análise do Faturamento da Comercialização da Produção

Para a análise de faturamento (FAT) referente à comercialização da produção considerou-se o preço por quilo-vivo (kg-vivo) do leitão praticado na época do experimento. Essa informação foi fornecida pelo proprietário do empreendimento, que foi de R\$ 14,50 por kg-vivo.

Foi considerado o peso médio dos leitões de cada tratamento para evitar o viés em se utilizar o peso total do lote, já que não foi uniforme em todos os tratamentos, que variou conforme o número de leitões. Os pesos médios receberam a nomenclatura PML, PMLC, PMPA, sendo peso médio tratamento com lâmpada, peso médio tratamento lâmpada mais chapa e peso médio piso aquecido, respectivamente.

O cálculo do FAT foi feito considerando o peso médio (PM) e preço recebido por kg conforme equação:

$$\text{FAT} = \text{PM} \times \text{preço} \quad (\text{R\$})$$

onde: FAT: faturamento, PM: peso médio, preço: valor pago pelo kg do leite.

A análise comparativa do faturamento entre cada tratamento foi feita através da seguinte equação:

$$\% \text{AumFAT} = \frac{(\text{FAT2} - \text{FAT 1})}{\text{FAT 1}} \times 100 (\%)$$

onde: %AumFAT: porcentagem do aumento no faturamento, FAT 1: menor faturamento, FAT2: maior faturamento.

Confecção do Piso Aquecido e Sistema de Aquecimento

O piso aquecido era composto por uma tubulação de barras de cobre fixadas junto ao piso do escamoteador. O piso recebeu uma fina camada de argamassa a fim de oferecer uma superfície lisa e plana aos animais, conforme mostra a Fig. 4, evitando o contato direto da tubulação com os animais. A água quente circulando por esta tubulação fez com que o calor fosse transferido para o piso do escamoteador, irradiado ao ambiente e por meio de condução transferido aos animais. O controle de temperatura foi feito através de sensores suspensos e fixados num ponto central de cada abrigo. Este sensor enviava o sinal para o controlador de temperatura, atuando diretamente na ação da eletroválvula de abertura ou fechamento para a circulação da água quente. A temperatura seguiu indicações conforme Holmes e Close, (1977); Perdomo et. al. (1987); Bortolozzo et al. (2011), para os leitões recém nascidos, sendo a eletroválvula aberta quando a temperatura fosse inferior a 30°C até chegar a temperatura de 34°C dentro do abrigo, quando o dispositivo interrompia a circulação.

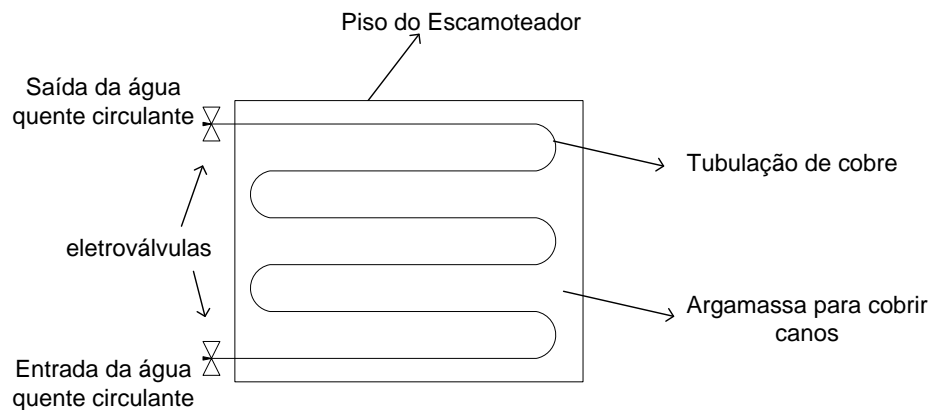


Fig. 4 Estrutura simplificada do piso aquecido

O sistema híbrido para aquecimento da água foi composto por um coletor solar (aquecimento solar com circulação ao natural por gravidade), dois aquecedores de passagem a gás, sendo um utilizando o gás filtrado proveniente pela produção do biogás (dejetos dos animais da propriedade), e o outro por gás do tipo GLP, apenas como uma alternativa, caso não houvesse biogás disponível. Por último, caso todos os sistemas anteriores não estivessem em operação e/ou não conseguissem manter uma temperatura mínima do reservatório de acumulação da água circulante, entraria em acionamento o sistema elétrico composto por resistências elétricas. No experimento em questão, não houve necessidade de ativar tanto o sistema com GLP e nem o elétrico.

A água aquecida e de circulação foi acumulada num reservatório de água de 500 litros de polímero convencional. Para isolamento térmico, utilizou-se uma caixa confeccionada em madeira com 30 milímetros de espessura e o espaço entre o reservatório e a caixa de madeira foi preenchido por maravalha e manta térmica interna, visando o isolamento térmico. Este reservatório ficava ao tempo, com cobertura de acordo com as condições físicas permitidas do local do experimento.

O controle de temperatura no reservatório foi ajustado para manter a água aquecida entre 45 a 50°C delimitando o acionamento, tanto dos aquecedores de passagem, como do aquecimento elétrico. Para a circulação da água quente, utilizou-se uma bomba centrífuga com motor elétrico de 1cv e tubulações em PVC. As tubulações externas eram específicas para água quente. Tanto as tubulações externas, como as internas receberam isolamento térmico ao seu redor, desde o reservatório d'água até as eletroválvulas. O funcionamento da moto bomba era constante (Fig. 5).

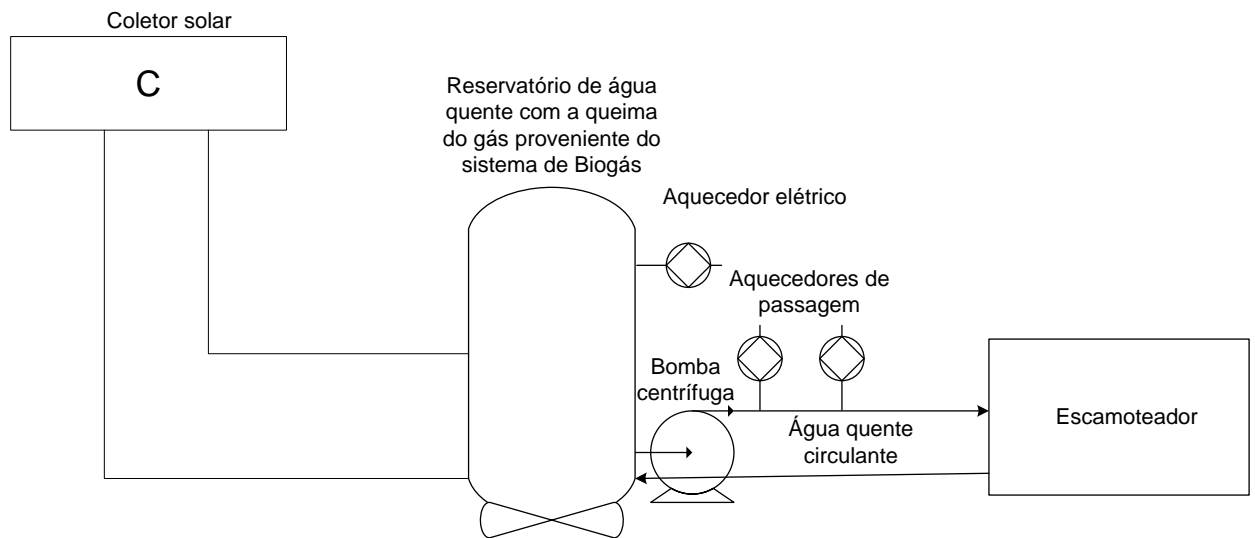


Fig. 5 Estrutura do ciclo de funcionamento do sistema de aquecimento proposto

Métodos Estatísticos

Os dados de temperatura e peso vivo foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, utilizando o programa *Statistical Analysis System SAS*, 9.1 (2004). A Análise de Variância foi feita para avaliar se houve diferença entre as médias dos diferentes tratamentos e então as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

Já os dados das imagens foram analisados pelo teste de Qui-quadrado ao nível de significância de 5%, também utilizando o programa SAS. As frequências de ocorrência de cada posição foram analisadas por dia e pelos três horários de coletas ao longo dos 10 dias, verificando o quanto a ocorrência de cada posição se desviava da frequência com que ela era esperada, e se o desvio era significativo ou não a probabilidade de 5%.

RESULTADOS

Verifica-se na Tabela 1, as temperaturas ambiente e umidades relativas interna e externa da sala onde o experimento foi conduzido, apresentando os valores máximos, mínimos e a média nos três horários de coleta. Os resultados apresentam uma diferença de até 5°C entre as médias de temperaturas interna e externa da sala, valores que ainda diferem da temperatura interna dos escamoteadores, mostrando a variação de temperatura em uma mesma instalação.

Tabela 1 Temperaturas ambiente e umidades relativa interna e externa da sala de maternidade

<i>Ambiente</i>	<i>Horário</i>	<i>Temperatura Ambiente °C</i>			<i>Umidade Relativa %</i>		
		Media	Max	Min	Media	Max	Min
Interno	6hr	22,60	25,30	19,20	77,29	82	65
	12hr	25,41	28,70	20,40	68,87	80,3	56,1
	18hr	24,98	28,50	21,20	75,23	83	63,5
Externo	6hr	17,33	23,60	12,90	78,62	84,5	69,5
	12hr	23,75	27	18,1	66,97	80	55,4
	18hr	20,70	25,90	15,70	78,35	85,30	70,90

Max (máxima), Min (Mínima)

Conforme a Tabela 2, o tratamento PA apresentou o maior ganho de peso da leitegada diferindo significativamente dos demais tratamentos. Não observou-se diferença ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos LC e L para as variáveis de ganho de peso, bem como o número de mortes não diferiu significativamente entre os tratamentos. Dentre as causas das mortes quatro foram por esmagamento, sendo duas após manejo de vacina e as outras três por motivos elusivos.

Tabela 2 Médias de desempenho dos leitões

<i>Tratamentos</i>	<i>PA</i>	<i>LC</i>	<i>L</i>
PI (Kg)	1,48 ±0,52	1,65 ±0,12	1,43 ±0,39
PD (Kg)	6,74 ±1,48	6,25 ±0,27	5,54 ±0,55
GP (Kg)	5,26 ^a ±0,98	4,60 ^b ±0,26	4,11 ^b ±0,35
Nº Leitões Inicial	59	58	54
Nº Leitões Final	57	57	50

PI (Peso Inicial), PD (Peso na Desmama), GP (Ganho de Peso), PA (Piso aquecido), LC (Lâmpada + chapa), L (Lâmpada)

Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

Conforme a Tabela 3, observa-se a maior média de temperatura ambiente nos abrigos com PA ($P \leq 0,05$). Já entre os demais tratamentos LC e L, não foram constadas diferenças significativas. Mesmo apresentando a maior média de temperatura, o tratamento PA não atingiu as temperaturas ambiente ideais para os leitões recém nascidos que deveria ser superior a 30°C, como já citadas.

Tabela 3 Temperatura ambiente média dos tratamentos durante os 21 dias

<i>Tratamento</i>	<i>T°C Média</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>Pr > t </i>
PA	26.90 a	0.1067282	<.0001
LC	24.87 b	0.1057043	<.0001
L	25.20 b	0.1058728	<.0001

Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

A Tabela 4 apresenta o resultado das disposições dos leitões dentro dos abrigos. A disposição 1 foi a mais observada em todos os tratamentos, apresentando um ou nenhum animal dentro do abrigo. Essa observação pode estar relacionada ao fato de a temperatura média da sala (Tabela 1) não estar muito abaixo da linha de conforto térmico dos leitões. Outra possível elucidação pode ser com relação aos horários de mamadas dos leitões, podendo estes terem coincidido com o horário de captura das imagens. A disposição 2 (normal) apenas foi significativa ($P \leq 0,05$) no tratamento PA, em relação a variação dos horários.

Tabela 4 Ocorrência das disposições em relação aos dias e horas

<i>Trat</i>	<i>Disposição</i>				<i>Total</i>	<i>10 dias</i>		<i>Hora</i>	
	1	2	3	4		<i>Esperado</i>	<i>P</i>	<i>Esperado</i>	<i>P</i>
L	67	46	17	7	137	35.3397	0.1305	4.8816	0.5591
	48,9%	33,57%	12,41%	5,11%	100%				
LC	91	38	7	11	147	43.1462	0.0253	7.2542	0.2980
	61,9%	25,85%	4,76%	7,48%	100%				
PA	53	36	9	12	110	30.1174	0.3089	18.4203	0.0053 ^a
	48,18%	32,72%	8,18%	10,90%	100%				

1 (nenhum ou um animal), 2 (normal), 3 (dispersos), 4 (aglomerados)

^a difere significativamente ($P \leq 0,05$)

O cálculo do faturamento com a comercialização da produção está apresentado na Tabela 5, onde observa-se um maior valor no tratamento PA, sendo 21,66% superior em relação ao tratamento L, que apresenta o menor faturamento entre os tratamentos. Já o faturamento do tratamento LC em relação ao tratamento L foi 12,82% superior. O faturamento do tratamento PA em relação ao tratamento LC foi 7,84% superior. Isso significa que o tratamento PA por obter o maior ganho de peso dos leitões conseguiu um maior faturamento na hora da comercialização em virtude do maior peso final, sendo o ganho de peso inferior nos demais tratamentos, o que resultou em um menor faturamento.

Tabela 5 Relação do faturamento dos tratamentos

Faturamento Aquecimento L	
Preço recebido (R\$/kg)	R\$ 14,50
Peso médio dos leitões (21 dias) (kg)	5,54
Faturamento por peso médio do leitão	R\$ 80,33
Faturamento Aquecimento LC	
Preço recebido (R\$/kg)	R\$ 14,50
Peso médio dos leitões (21 dias) (kg)	6,25
Faturamento por peso médio do leitão	R\$ 90,63
Faturamento Aquecimento PA	
Preço recebido (R\$/kg)	R\$ 14,50
Peso médio dos leitões (21 dias) (kg)	6,74
Faturamento por peso médio do leitão	R\$ 97,73
Análise do Faturamento	
Aumento no Fat. LC com L (%)	12,82%
Aumento no Fat. PA com L (%)	21,66%
Aumento no Fat. PA com LC (%)	7,84%

DISCUSSÃO

Os leitões são capazes de apresentar alterações de comportamento, como mudanças de postura e aglomeração para ajudar na termorregulação e se ajustar ao ambiente térmico (Hrupka et al. 2000). No entanto, estas estratégias não estão bem desenvolvidas na primeira semana de idade (Vasdal et al. 2009a). Fornecer um ambiente que reduz a perda de calor dos leitões após o nascimento assegurando a sua proteção contra hipotermia é de extrema importância para diminuir as perdas na maternidade (Penderson et al. 2011).

Pandorfi et al. (2004) referindo-se ao perfil de distribuição dos leitões no interior dos abrigos, verificaram que para todos os tratamentos avaliados, os animais apresentaram a tendência de buscar pontos mais próximos da fonte de calor ou as faixas de maior temperatura do piso no horário mais frio, sendo que, para o horário mais quente, o padrão de distribuição se inverteu, ou seja, os animais buscaram regiões do piso que apresentavam faixas de menor temperatura e mais distantes da fonte de calor.

Para as análises comportamentais foram utilizadas as imagens capturadas até os dez primeiros dias de vida, o que pode ser justificado por Schormann and Hoy (2006). Os autores em seu trabalho concluíram que, quanto mais velhos os leitões se tornam, menos tempo eles gastam nos escamoteadores, passando mais tempo em pé, correndo e brincando, pois a necessidade de calor pelos leitões diminui com o aumento do peso corporal e/ou idade. Em seus

trabalhos Vasdal et al. (2010) e (2009b); Kirkden, Broom and Anderson (2014), relataram que as leitegadas recém-nascidas tendem a permanecer próximas a mãe, buscando os abrigos a partir do terceiro dia de vida, mesmo relato pode ser feito pelo observador do presente estudo.

Conforme resultados apresentados na Tabela 1, a temperatura média na sala durante o experimento foi de 24,33°C, o que pode explicar a grande ocorrência da disposição 1, segundo a análise das imagens fotográficas. Schormann e Hoy (2006) ainda em seu trabalho concluíram que os animais preferem os abrigos com temperatura mais elevadas de 34 a 36°C em relação a de 30°C apenas em sala com temperatura de 18°C, não tendo diferença quando alojados em sala com 26°C, o que vem de encontro ao presente estudo.

Contudo, analisando o percentual de animais dentro ou fora dos abrigos, os tratamentos com PA e L, tiveram a maior representatividade de leitões no interior do abrigo, independente da disposição, sendo 51,8 e 51,9% respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Sabino et al. (2011), onde o percentual de tempo dos leitões dentro do escamoteador foi maior do que fora, em ambos tratamentos, com piso aquecido por resistência elétrica, e abrigo aquecido com lâmpada incandescente 60 W.

O tratamento com piso aquecido e o com lâmpada 40 W, apresentaram porcentagens semelhantes de animais dispostos normalmente (2) nos abrigos, conforme apresentado na Tabela 4, mas apenas o PA foi significativo para a disposição normal em função do horário. Pandorfi et al. (2004) em estudo com análise de imagens indicaram o piso térmico como o mais eficiente nas trocas de calor sensível por condução (contato), promovendo melhor condição de conforto aos animais quando comparado aos tratamentos de lâmpada incandescente, resistência elétrica e lâmpada de infravermelho.

Silva et al. (2005) em seu trabalho comparando diferentes sistemas de aquecimento de escamoteadores encontraram a temperatura ambiente média durante 18 dias de 28,7°C para piso térmico com resistências elétricas, sendo esta temperatura superior a 26,9°C encontrada no presente estudo. Para os autores, o tratamento com piso térmico foi o que apresentou a menor média de temperatura, porém, foi o tratamento que manteve o maior percentual de leitões dentro do abrigo por mais tempo, e também o que proporcionou o maior ganho de peso, resultados que se assemelham com os do presente estudo.

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. Os autores ressaltam que as formas de transferência de calor entre os animais e o escamoteador são diferentes, o que influencia no condicionamento térmico no

interior dos abrigos e na preferência dos leitões por abrigo com piso aquecido. Já Geers et al. (1986) encontraram resultados que indicam que o controle da temperatura da superfície do chão pode manter a zona de conforto térmico de suínos no pós desmame em relação à idade e temperatura do ar, onde os animais procuram o piso mais aquecido quando a temperatura do ar é baixa.

Para este estudo, o maior ganho de peso observado no tratamento PA está atrelado à maior média de temperatura, que ofereceu um maior conforto térmico. A transferência de calor do piso aquecido aos leitões por meio do contato direto (condução) se mostrou mais eficiente que o método de irradiação proporcionado pelas lâmpadas. Fernandes et al. (2011) encontraram maior média de peso dos leitões aos 21 dias em tratamento com piso aquecido, apontando essa diferença como ganho financeiro no final do ciclo produtivo.

O presente estudo sugere a necessidade de aperfeiçoamento no método de aquecimento do piso com água quente circulante por ter apresentado médias de temperatura inferiores a trabalhos com piso aquecido por resistência elétrica. O não alcance da temperatura ideal pode estar atrelado ao isolamento do abrigo, bem como a temperatura da água de circulação, ou material de confecção dos abrigos. Sabino et al. (2015) comparando escamoteadores de madeira *versus* de polietileno concluíram que o segundo forneceu melhores condições de conforto térmico, mostrando que o material de confecção dos abrigos pode influenciar nas variáveis de temperatura e umidade relativa do ar.

A análise referente ao aumento do faturamento objetivou apresentar um possível aumento na lucratividade da atividade. Nesse estudo não foram considerados os custos com a implantação do sistema de piso aquecido, embora poderia ser considerado como um custo fixo e de investimento visando uma amortização do montante financeiro em algum período futuro, motivo pelo qual não fez parte deste trabalho. ST-Pierre et al. (2003) em seu estudo relatam a perda de U\$ 299 milhões por ano na atividade suinícola em decorrência de desconforto térmico devido temperaturas elevadas nos EUA, o que mostra a importância da oferta de conforto térmico para o máximo faturamento em uma atividade agropecuária.

O ganho de peso entre os tratamentos, embora fora pouco nas análises estatísticas realizadas teve a maior importância para a análise de lucratividade. Considerando o preço recebido, proporcionou diretamente os aumentos no faturamento mostrados na Tabela 5, onde o maior ganho de peso proporcionou o maior peso na desmama, resultando em um maior faturamento. Pandorfi et al. (2005) em seu trabalho encontraram o maior peso na desmama no tratamento com piso térmico, porém este era aquecido por resistência elétrica, apresentando o maior custo com energia elétrica, não sendo o tratamento mais lucrativo.

Na atividade de produção animal, a exemplo de leitões como neste estudo, quanto maior o peso na desmama maior será o faturamento na hora da comercialização da produção, embora não foram considerados outros insumos de produção nos tratamentos, como alimentação e medicamentos pois, supõe-se que foram os mesmos para todos os tratamentos. Com o sistema PA apontando o maior faturamento, do ponto de vista de gestão uma redução nos custos com energia elétrica, por exemplo, proporcionará ao empreendedor uma atividade mais lucrativa.

CONCLUSÃO

O Tratamento com piso aquecido (PA) mostrou-se mais eficiente e lucrativo, apresentando a maior média de temperatura no ambiente do escamoteador durante os 21 dias de produção. Com isso, proporcionou maior ganho de peso dos leitões, resultando em maior faturamento na comercialização dos animais, com faturamento 21,66% superior ao Tratamento L e 7,84% ao Tratamento LC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual. 2015.

Berton MP, Dourado RC, Lima FBF, Rodrigues ABB, Ferrari FB, Vieira LDC, Souza Pedro A, & Borba H (2014) Growing-finishing performance and carcass yield of pigs reared in a climate-controlled and uncontrolled environment. *Int J Biometeorol* (2015) 59:955–960.

Bortolozzo, FP, Kummer ABHP, Lesskiu PE, Wentz, I. Estratégias de redução do catabolismo lactacional manejando a ambiência na maternidade (2011) Disponível em: < <https://www.yumpu.com/pt/document/view/5513889/estrategias-de-reducao-do-catabolismo-lactacional-suinotec> >. Acesso 04 ago. 2015.

Edwards AS (2002) Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? *Livestock Production Science* 78, 3–12.

Fernandes FC, Moreira RF, Longui FC, Rinaldi PC, Siqueira WC (2011) Efeito do aquecimento e resfriamento de pisos no desempenho de matrizes e leitões. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 58, n.6, p. 701-709.

Ferreira RA, Chiquieri J, Mendonça PP, Melo TV, Cordeiro MD, Soares RTRN (2007) Comportamento e parâmetros fisiológicos de leitões nas primeiras 24 horas de vida. *Ciênc. agrotec. Lavras*, v. 31, n. 6, p. 1845-1849, nov./dez.

Geers R, Goedseels V, Parduyns G and Vercruyssen G (1986) The Group Postural Behaviour of Growing Pigs in Relation to Air Velocity, Air and Floor Temperature. *Applied Animal Behaviour Science*, 16 (1986) 353-362.

Herpin P, Damon M, Dividich JL (2002) Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs *Livestock Production Science* 78, 25–45.

Holmes CW, Close WH (1977) In: Haresign W, Swan H, Lewis D, eds. *Nutrition and the Climatic Environment*. London: Butterworths.

Hubert HJr, Bond TE e Kelly CF (1954) Effect of Temperature influence of environment on feed utilization studied for improvement in efficiency of farm structures. *California agriculture*, june.

Hrupka BJ, Leibbrandt VD, Crenshaw TD, and Benevenga NJ (2000) The effect of thermal environment and age on neonatal pig behavior. *J. Anim. Sci.* 78:583–591

Kirkden RD, Broom DM, Andersen IL (2014) Piglet mortality: Management solutions. *J. Anim. Sci.* 2013.91:3361–3389 doi:10.2527/jas2012-5637.

Laureano DF, Volpato A, Simon LB, Grosskopf RK, Lima J, Oltramari CE, Nunes MLA, Müller LKF (2014) Avaliação fisiológica de leitões em diferentes sistemas de Aquecimento de escamoteador. XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia. Vitória-ES.

- Mendes AS, Moura DJ, Nääs IA, Bender JR (2013) Natural ventilation and surface temperature distribution of piglet crate heated floors. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.2, p.477-484
- MME, Ministério de Minas e Energia. Disponível em <<http://www.mme.gov.br>> Acesso 04 ago 2015.
- Pandorfi H, Silva IJO, Moura DJ & Sevegnani KB (2005) 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, n.1, p.99-106.
- Pandorfi H, Silva IJO, Moura DJ, Sevegnani KB (2004) Análise de Imagem Aplicada ao Estudo do Comportamento de Leitões em Abrigo Escamoteador. *Eng. Agríc. Jaboticabal*, v.24, n.2, p.274-284, maio/ago.
- Penderson LJ, Malmkvist J, Jørgensen E (2006) The use of a heated floor area by sows and piglets in farrowing pens. *Applied Animal Behaviour Science* 103, 1–11.
- Pedersen LJ, Berg P, Jørgensen G, and Andersen IL (2011) Neonatal piglet traits of importance for survival in crates and indoor pens. *J. Anim. Sci.* 89:1207–1218 doi:10.2527/jas.2010-3248.
- Perdomo CC, Sobestiansky J, Oliveira PVA, Oliveira JA, (1987) Efeito de diferentes sistemas de aquecimento no desempenho de leitões. *Concórdia: EMBRAPA – CNPSA. Comunicado Técnico*, 122.
- Schormann R, Hoy S (2006) Effects of room and nest temperature on the preferred lying place of piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 101 369–374.
- Sabino LA, Abreu PG, Sousa Jr VR, Abreu VMN, Coldebella A (2015) Construction Material Interference on Air Temperature and Humidity Inside the Piglet Creep Area. *Energ. Agríc., Botucatu*, vol. 30, n.4, p.338-343.
- Sabino LA, Abreu PG, Sousa Jr VR, Abreu VMN, Lopes LS (2012) 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.
- Sabino LA, Sousa Jr VR, Abreu PG, Abreu VMN, Lopes LS, Coldebella A (2011) Comportamento suíno influenciado por dois modelos de maternidade. *Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.15, n.12, p.1321–1327.
- Silva IJO, Pandorfi H, Piedade SMS (2005) Uso da Zootecnia de Precisão na Avaliação do Comportamento de Leitões Lactentes Submetidos a Diferentes Sistemas de Aquecimento. *R. Bras. Zootec.* v.34, n.1, p.220-229.
- Sobestiansky J, Wentz I, Silveira PRS, Sesti LAC (2008) Livro: Suinocultura Intensiva: Produção, Manejo e Saúde do Rebanho. Brasília.

St-Pierre, NR, Cobanov B, Schnitkey G (2003) Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. *Journal of Dairy Science*. Volume 86, Supplement, June 2003, Pages E52–E77.

USDA, United States Department of Agriculture (2015) *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. April.

Vasdal G, Wheeler EF, Boe KE (2009a) Effect of infrared temperature on thermoregulatory behaviour in suckling piglets. *Animal*, 3:10, pp 1449–1454 & The Animal Consortium.

Vasdal G, Andersen IL, Pedersen LJ (2009b) Piglet use of the creep area—Effects of breeding value and farrowing Environment. *Applied Animal Behaviour Science* 120, 62–67.

Vasdal G, Glarum M, Melisova M, Boe KE, Broom DM, Andersen IL (2010) Increasing the piglets' use of the creep area. *Applied Animal Behaviour Science* 125, 96–102.