**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Avaliação de tapete de borracha reciclável em piso de
escamoteadores e sua influência no desenvolvimento e bem-estar
de leitões na fase de maternidade**

Beatriz de Oliveira Possagnolo

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Engenharia de Sistemas Agrícolas

**Piracicaba
2017**

Beatriz de Oliveira Possagnolo
Médica Veterinária

Avaliação de tapete de borracha reciclável em piso de escamoteadores e sua influência no desenvolvimento e bem-estar de leitões na fase de maternidade

Orientadora:
Profa. Dra. **KÉSIA OLIVEIRA DA SILVA MIRANDA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas

Piracicaba
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Possagnolo, Beatriz de Oliveira

Avaliação de piso de borracha reciclável em piso de escamoteadores e sua influência no desenvolvimento e bem-estar de leitões na fase de maternidade / Beatriz de Oliveira Possagnolo. - - Piracicaba, 2017.

85p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Suinocultura 2. Conforto térmico 3. Material alternativo 4. Termográfica 5. Comportamento animal I. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Luiz Antonio Possagnolo e Lucieni Maria Possagnolo, pelo amor incondicional, que inúmeras vezes abriram mão dos seus sonhos para que os meus se realizassem.

Ao meu irmão, Bruno Possagnolo, pela torcida e apoio sempre.

A toda minha família, em especial aos meus avós e bisavós, pelo incentivo e apoio, que por mais desconhecida que hoje seja nossa distância, eles sempre estiveram presentes.

Vocês são a razão da minha vitória!!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e aos meus anjos da guarda por guiarem e protegerem durante toda a minha trajetória.

À professora Dra. Késia Oliveira da Silva Miranda pela orientação, compreensão e amizade, por sempre acreditar no meu potencial e confiar no meu trabalho.

À professora Dra. Sônia Maria de S. Piedade pelo auxílio na definição e execução das análises estatísticas, assim como pelo esclarecimento de inúmeras dúvidas.

Aos professores Dr. Jarbas Miranda, Dr. Iran da Silva e Dr. Sergio Moraes, pelo incentivo, amizade e conselhos.

Ao Prof. Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira e à Pesquisadora Dra. Simone Oliveira, meus padrinhos, por me apresentarem e fazerem nascer em mim a paixão pela pesquisa e pela suinocultura, por sempre acreditarem no meu potencial e estarem sempre presentes em todas as etapas da minha carreira profissional.

A todos os funcionários (Ilze, Davilmar, Beatriz, Sr. Luiz, Sr. Antonio, Sr. Hélio) que sempre estiveram presentes no meu dia a dia, prontos para sempre me ajudar com um sorriso enorme estampado no rosto.

À Nathália Pires, minha irmã, amiga e estagiária que me ajudou em todo o processo prático do estudo, sem ela não teríamos chegado até aqui.

Às minhas amigas Maria Amélia Cabrelon, Isabela Condotta e Érica Ito pelo apoio, compreensão e parceria todo esse tempo. Grandes irmãs que a vida me deu.

À Granja Esmeralda por ter aberto suas portas para a realização desta pesquisa, muito obrigada ao Sr. Cornélio, Aaron Hahn e a todos os funcionários pela ajuda e experiência adquirida.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas, pela oportunidade de realização do curso e grande conhecimento proporcionado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, imprescindível para a realização deste sonho.

Às minhas amigas e amigos que aqui fiz durante meu trajeto, pelo incentivo, apoio e carinho.

Enfim...

Agradeço a todos que colaboraram de forma direta ou indireta para a realização desta pesquisa.

“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível e de repente estará fazendo o impossível.”

São Francisco de Assis

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Bem-estar animal	17
2.2 Característica bioclimática	19
2.2.1 Exigências térmicas de leitões	19
2.2.2 Índices de conforto térmico	22
2.3 Instalações para maternidade de suínos.....	24
2.3.1 Escamoteadores	25
2.3.1.1 Cobertura de piso em escamoteadores	26
2.3.1.1.1 Maravalha.....	26
2.3.1.1.2 Borracha.....	27
2.4. Característica comportamental.....	28
2.5 Característica fisiológica	31
2.5.1 Temperatura auricular	32
2.5.2 Temperatura ocular	33
2.5.3 Lesões.....	34
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3.1 Local do estudo	37
3.2 Tipologia das instalações	37
3.3 Tratamentos	39
3.3.1 Caracterização térmica dos tratamentos	41
3.4 Animais utilizados na pesquisa	42
3.5 Registro dos dados climáticos.....	42
3.6 Comportamento dos leitões	44
3.7 Avaliação fisiológica	45
3.7.1 Avaliação fisiológica - Temperatura corporal (ocular)	46
3.7.2 Avaliação fisiológica - Temperatura corporal (auricular - câmara termográfica)	46
3.7.3 Avaliação fisiológica - Temperatura corporal (auricular - termômetro infravermelho)	47
3.7.4 Avaliação fisiológica - Lesão	47
3.8 Índices zootécnicos	49
3.9 Análise estatística	52
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	53

4.1 Análise do microclima das instalações	53
4.2 Comportamento dos animais	54
4.2.1 Comportamentos fisiológicos	54
4.2.2 Comportamento de manutenção (desconforto)	55
4.2.3 Comportamento de manutenção (conforto)	59
4.2.4 Comportamento social	59
4.3 Avaliação fisiológica	61
4.3.1 Avaliação fisiológica - Temperatura corporal	61
4.3.2 Avaliação fisiológica - Lesão	62
4.4 Índices zootécnicos	64
5. CONCLUSÃO	67
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	70

RESUMO

Avaliação do piso de borracha reciclável em escamoteadores e sua influência no desenvolvimento e bem-estar de leitões na fase de maternidade

Um dos grandes pilares para o sucesso da produtividade da produção de suínos é o aumento da taxa de leitões nascidos por matriz. Porém, para que esse resultado seja satisfatório, é necessário reduzir as taxas de mortalidade de leitões ao nascimento e aumentar o ganho de peso por leitegada. Nesse sentido, deve-se priorizar o bem-estar dos animais, reduzir os custos na produção e utilizar recursos favoráveis à sustentabilidade da produção. A borracha reciclável é um excelente recurso sustentável, podendo trazer benefícios para os leitões por ser um produto resistente, que absorve impacto e apresenta consistência macia, tornando o ambiente mais confortável, bom condutor térmico e antiderrapante. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência da cobertura do piso de escamoteadores com borracha reciclável com a utilização de dois diferentes tipos de tapete, em relação à utilização de piso convencional (piso de concreto coberto por maravalha), com o propósito de identificar a melhor adaptação dos leitões, observando o conforto térmico e consequentemente o desenvolvimento animal e aumento da produtividade. A pesquisa foi realizada no município de Mogi-Mirim/SP entre os meses de julho a agosto de 2015. Foram estabelecidos três tipos de tratamento: Tratamento 1 (T_1) - piso coberto por maravalha; Tratamento 2 (T_2) - piso coberto com tapete de borracha inteiriça; Tratamento 3 (T_3) - piso coberto com tapete de borracha vazada, para 12 leitegadas (± 50 animais/ tratamento). Os parâmetros analisados foram: comportamento e avaliação fisiológica avaliados em dias intercalados durante o experimento, em três períodos: manhã (H_1 - 7:00h às 11:00h), tarde (H_2 - 12:00h às 15:00h) e noite (H_3 - 16:00h às 18:00h); e os índices zootécnicos e microclima das instalações avaliados diariamente. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) para as análises dos dados referentes à entalpia, ITU e comportamento; e delineamento em blocos casualizados (DBC) referente aos dados das análises fisiológicas. As médias foram analisadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. A análise do microclima das instalações evidenciou estresse por frio constante, caracterizado pela entalpia abaixo de 68,40, porém dentro da faixa ideal dada pelo índice de temperatura e umidade (menor ou igual a 70). Os animais dos tratamentos com piso do escamoteador coberto por tapete de borra (vazado e inteiriço) mativeram-se por maior tempo, e expressaram uma maior quantidade de comportamentos dentro do escamoteador, quando evidenciando a escolha por um local de melhor conforto, em comparação ao tratamento convencional (maravalha). A utilização do tapete (inteiriço e vazado) influenciou de forma positiva, em melhorias na produção, ao que se refere ao índice de mortalidade por esmagamento. Este trabalho abre novas possibilidades de se avaliar a utilização de tapete de borracha reciclável na produção de suínos. Inaugura possibilidades de estudo de novos designs de tapete e de local de instalação, a fim de estabelecer um produto inovador e sustentável, tornando-o uma ferramenta rentável e eficientemente econômica na produção de suínos.

Palavras-chave: Suinocultura; Conforto térmico; Material alternativo; Termografia; Comportamento animal

ABSTRACT

Evaluation of recyclable rubber in creep and its influence on the development and welfare of piglets in maternity

One of the great pillars for the swine production productive success is the increase in the rate of piglets by sow. However, for this result to be satisfactory it is necessary to reduce the piglet death rate at birth and increase the weight gain by litter. Hence, the animal welfare must be prioritized, the production costs reduced and favorable resources to the production sustainability used. The rubber is recyclable and it is an excellent sustainable resource that can benefit the piglets since it is a resistant material capable of absorbing impact, soft, able to make the environment more comfortable, good heat conductor and non-slip. The objective of this research is to evaluate the efficiency of covering the creep ground with recyclable rubber with the utilization of two different kinds of mats in relation to conventional ground (concrete covered by shavings), aiming to identify the best piglets adaptation taking in observation the thermal comfort, the animal development and increase in productivity. The research took place in the municipality of Mogi-Mirim/SP from July to August of 2015. Three treatments were established: Treatment 1 (T1) – ground covered by shavings; Treatment 2 (T2) – ground covered by rubber mat; Treatment 3 (T3) – ground covered by leaked rubber mat, for 12 litters (+50 animals/treatment). The analyzed parameters were: behavior and physiological evaluation every other day during the experiment, in three periods: mornings (H1 – 7:00h to 11:00h), afternoon (H2 – 12:00h to 15:00h) and evening (H3 – 16:00h to 18:00h); and the zootechnical indices and the facilities microclimate evaluated daily. It was utilized a Completely Randomized Design (DIC) for the analyses of the enthalpy data, ITU and behavior; and Randomized-Completeblocks Design (DBC) for the physiological analysis. The averages were analysed by the Tuckey's test at 5% significance. The facilities microclimate analysis emphasized a constant cold stress, characterized by the enthalpy below 68,40, however, it falls in the ideal range given by the humidity and temperature index (less or equal to 70). The animals from the treatments with rubber mats maintained for a longer period of time and expressed a greater quantity inside of the creep, evidencing a choice for a place of better comfort, compared to the conventional treatment (shavings). The utilization of mats influenced in a positive way in the production when it comes to mortality by crushing. This study opens up new possibilities of evaluating the utilization of recyclable rubber in swine production. Inaugurate possibilities of studying new mat designs, placing in order to establish an innovative product, sustainable, making it a rentable tool, economically efficient in the swine production.

Keywords: Swine production; Thermal Comfort; Alternative Material; Thermography; Animal Behavior

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trade-off entre bem-estar animal e produtividade	18
Figura 2 - Representação esquemática da zona de conforto térmico	21
Figura 3 - Localização do escamoteador na baia. (a) Entrada do escamoteador, localizado na lateral superior da baia, ao lado do comedouro da matriz; (b) vista superior do escamoteador equipado com lâmpada de luz mista e coberto por tapete de borracha reciclável.....	25
Figura 4 - Classificação do comportamento de leitões conforme a faixa de conforto térmico	30
Figura 5 - Imagem de satélite do galpão experimental	37
Figura 6 - Vista interna da sala três do galpão de maternidade na propriedade....	38
Figura 7 - Vista superior do escamoteador; (a) aberto e (b) fechado.....	39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Valores referentes ao limite de temperatura crítica inferior (TCI), zona de conforto térmico (ZCT), temperatura crítica superior (TCS), umidade relativa crítica inferior e umidade crítica superior (UCS) para suínos.....21
- Tabela 2** - Etograma de trabalho elaborado para a análise de comportamento dos leitões.....45
- Tabela 3** - Valores médio de entalpia (KJ/Kg^{-1} de ar seco) e ITU registrados nos tratamentos T_1 (maravalha), T_2 (tapete inteiriço) e T_3 (tapete vazado) nos três períodos (H_1 - 7:00h às 11:00h), (H_2 - 12:00h às 15:00h) e (H_3 - 16:00h às 18:00h)53
- Tabela 4** - Expressão dos comportamentos fisiológicos comendo e mamando, registrados na sala de maternidade nos tratamentos T_1 (maravalha), T_2 (tapete inteiriço) e T_3 (tapete vazado) nos três períodos (H_1 - 7:00h às 11:00h), (H_2 - 12:00h às 15:00h) e (H_3 - 16:00h às 18:00h).....55
- Tabela 5** - Expressão dos comportamentos de manutenção (desconforto): amontoados próximo à mãe (APM), amontoados longe da mãe (ALM) e encolhido sozinho (ENCOS1) fora do escamoteador, registrados na sala de maternidade nos tratamentos T_1 (maravalha), T_2 (tapete inteiriço) e T_3 (tapete vazado) nos três períodos (H_1 - 7:00h às 11:00h), (H_2 - 12:00h às 15:00h) e (H_3 - 16:00h às 18:00h)55
- Tabela 6** - Expressão dos comportamentos de manutenção (desconforto): amontoados próximos à luz (APL), amontoados longe da luz (ALL) e encolhido sozinho (ENCOS2) dentro do escamoteador, registrados na sala de maternidade nos tratamentos T_1 (maravalha), T_2 (tapete inteiriço) e T_3 (tapete vazado) nos três períodos (H_1 - 7:00h às 11:00h), (H_2 - 12:00h às 15:00h) e (H_3 - 16:00h às 18:00h)57
- Tabela 7** - Expressão dos comportamentos de manutenção (desconforto): esticado sozinho fora do escamoteador (ES1), esticado sozinho dentro do escamoteador (ES2), registrados na sala de maternidade nos tratamentos T_1 (maravalha), T_2 (tapete inteiriço) e T_3 (tapete vazado) nos três períodos (H_1 - 7:00h às 11:00h), (H_2 - 12:00h às 15:00h) e (H_3 - 16:00h às 18:00h).....58

Tabela 8 - Expressão dos comportamentos de manutenção (conforto): uniforme (U), registrados na sala de maternidade nos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h). 59

Tabela 9 - Expressão dos comportamentos social, animais interagindo fora do escamoteador (I1) e animais interagindo dentro do escamoteador (I2) registrados na sala de maternidade nos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h) 60

Tabela 10 - Temperatura auricular e ocular, registradas nos animais dos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h) 62

Tabela 11 - Temperatura dos membros anteriores e posteriores (direito e esquerdo), registradas nos animais dos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado), em dois diferentes dias (1° e 2° dia) 63

Tabela 12 - Médias de peso inicial (P.I) (Kg), peso final (P.F) (Kg), ganho de peso por período (GPP) (Kg), conversão alimentar (C.A), índice de eficiência alimentar (%) e mortalidade (%) dos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) 64

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade de grande importância para a economia brasileira. Prova disso são os resultados da atividade no primeiro trimestre de 2014, no qual o Brasil apresentou sua melhor fase em relação ao número de abates de suínos desde o ano de 1997, com um crescimento ininterrupto da produção desde 2005. Apesar da crise econômica durante todo o ano de 2015, a produção e o consumo de carne suína bateram recordes com relação ao ano de 2014 (IBGE, 2014; ABPA, 2015).

A produção suinícola vem evoluindo concomitantemente ao mercado, gerando resultados satisfatórios na produtividade, como, por exemplo, o aumento na taxa de leitões nascidos por matriz. Porém, para que esse resultado seja ainda mais satisfatório e economicamente viável para produção, é preciso produzir com utilização de recursos sustentáveis, reduzir as taxas de mortalidade e aumentar o ganho de peso por leitegada.

Nesse sentido, para alcançar a máxima produtividade deve-se proporcionar aos animais um ambiente favorável, maximizando o seu bem-estar e podendo assim reduzir os custos de produção, atendendo as exigências do mercado consumidor.

Segundo Barros et al. (2010), estudos sobre conforto térmico e ambiental, microclima das instalações, ambiência e bem-estar dos animais vêm sendo evidenciados devido às associações desses fatores com as respostas fisiológicas que os animais apresentam e, conseqüentemente, com seus respectivos índices produtivos.

Em se tratando de ambiência e conforto térmico dos animais, a maternidade é a fase mais crítica na produção de suínos. Nessa fase a zona de termoneutralidade das matrizes é oposta à dos leitões. Os leitões recém-nascidos requerem uma atenção especial em relação à zona de conforto térmico, uma vez que os mesmos nascem com o mecanismo fisiológico termorregulador imaturo, ou seja, não totalmente desenvolvido para suprir suas necessidades térmicas, necessitando o uso de fontes artificiais de energia térmica.

Os escamoteadores são instalações específicas para os leitões na fase de maternidade. Eles têm como função fornecer abrigo e energia térmica aos leitões de maneira artificial, a fim de alcançar e manter o nível de conforto térmico dos mesmos.

O controle da temperatura interna dos escamoteadores deve ser rigorosa. O intervalo de temperatura de conforto térmico dos leitões recém-nascidos é entre 32 °C e 36 °C, e 25 °C no momento do desmame. Os meios de fontes de calor mais comuns utilizados hoje em dia são a lâmpada incandescente e a resistência térmica, que se apresentam ineficientes na produção. Estudos mostram que as lâmpadas incandescentes não são suficientes para manter os leitões em conforto térmico. O piso térmico, por sua vez, pode facilmente ultrapassar a faixa limite superior de conforto térmico dos animais, fazendo com que os leitões fiquem fora do escamoteador e levando os animais a um quadro de hipotermia.

A suinocultura tem um grande desafio a ser solucionado quanto aos resíduos e ao impacto ambiental de produção. Estudos vêm sendo desenvolvidos com o propósito de criar alternativas sustentáveis para os resíduos provenientes da produção suinícola, de modo que eles sejam reutilizados na própria produção, gerando um maior custo-benefício e diminuindo o impacto negativo gerado ao meio ambiente.

Na maternidade muitos dos materiais utilizados podem ser substituídos por produtos sustentáveis, como, por exemplo, a maravalha usada dentro dos escamoteadores com um dos propósitos em auxiliar na manutenção do conforto ambiental dos leitões.

Com o aumento das exigências do mercado por produtos de baixo impacto ambiental e a necessidade de pesquisas voltadas ao conforto térmico de leitões, esta pesquisa pretende unir esses fatores utilizando borracha reciclável como tapete em escamoteadores. A borracha reciclável possui vários benefícios, sendo um produto resistente, absorvendo impacto e apresentando consistência macia, o que torna o ambiente mais confortável aos animais; tornando-se ótimo isolante térmico, antiderrapante, entre outras qualidades.

Portanto, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a eficiência da cobertura do piso de escamoteadores com borracha ecológica em relação à utilização de piso convencional (piso de concreto coberto por maravalha), com o propósito de identificar a melhor adaptação dos leitões, observando o conforto térmico e, consequentemente, o desenvolvimento animal e aumento da produtividade. Em termos de objetivos específicos, pode-se citar:

- Avaliar o conforto térmico dos animais no ambiente interno do escamoteador;

- Avaliar a influência de diferentes tipos de cobertura do piso no escamoteador nas respostas comportamentais e fisiológicas dos leitões; e
- Avaliar os índices zootécnicos.

Em termos de hipótese, procuraremos verificar se o piso de borracha ecológica, com suas características em relação ao piso convencional (concreto coberto por maravalha), apresenta melhores resultados em relação ao desempenho e bem-estar dos leitões.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bem-estar animal

O bem-estar animal destacou-se, de fato, após a Segunda Guerra Mundial, quando houve a necessidade da intensificação na produção animal devido à escassez de alimentos na Europa.

Com a intensificação da produção animal, em 1964, Ruth Harrison lançou na Inglaterra o livro *Animal machines*, denunciando todos os métodos utilizados na produção animal intensiva e criando uma grande indignação entre a população com relação aos maus-tratos aos animais. Com a grande repercussão do livro, em 1965 foi lançado pelo Ministério da Agricultura da Inglaterra um grupo denominado Comitê Brambell, para discutir e avaliar as condições em que os animais eram mantidos no sistema de criação intensiva naquele país (BRAMBELL COMMITTEE, 1965).

De acordo com o Comitê Brambell, o bem-estar é um termo abrangente que diz respeito tanto ao bem-estar físico quanto mental do animal. Dessa forma, esse comitê apresentou no mesmo ano um relatório no qual apareciam as cinco liberdades mínimas que um animal deve ter: virar-se; cuidar-se corporalmente; levantar-se; deitar-se e esticar seus membros (MACHADO FILHO; HÖTZEL, 2000).

Dois anos após a criação desse comitê, foi estabelecida a “Comissão de Bem-Estar de Animais de Produção” (*Farm Animal Welfare Advisory Committee – FAWAC*), a qual deu origem, em 1979, ao “Conselho de Bem-Estar dos Animais de Produção”, *Farm Animal Welfare Council* (FAWC, 1993).

Em 1993, o FAWC revisou as cinco liberdades apresentadas pelo Comitê Brambell, a fim de definir um padrão das liberdades mínimas de bem-estar para os animais de produção, que passaram a ser: livre de fome e sede (liberdade fisiológica); livre de desconforto (liberdade ambiental); livre de dor, ferimentos e doenças (liberdade sanitária); livre para expressar seu comportamento natural (liberdade comportamental) e livre de medo e angústia (liberdade psicológica) (FAWC, 1993).

A intensificação na produção animal visa ao aumento da produtividade. Porém, o aumento na intensificação da produção acarretou perdas e trouxe grandes problemas, principalmente com relação ao bem-estar dos animais. Nesses sistemas de confinamento ou produção intensiva, os animais possuem uma grande restrição de espaço que os impossibilita de realizar seus comportamentos naturais,

prejudicando assim a interação social, causando perda do bem-estar e consequentemente queda na produtividade, dentre outras atividades.

McInerney (2004), analisando a perspectiva econômica de bem-estar animal, elaborou um gráfico teórico para analisar a relação (*trade-off*) entre bem-estar e produtividade (Figura 1).

Figura 1 - Trade-off entre bem-estar animal e produtividade
Fonte: McInerney (2004)

O “ponto A” do gráfico acima representa o ponto inicial, o bem-estar natural dos animais, ou seja, não há interferência humana, e os animais apresentam um “nível” de bem-estar próximo ao da vida selvagem. O segmento AB está relacionado ao equilíbrio entre o benefício humano (fornecimento de alimento, instalação, controle sanitário) e o potencial biológico e produtivo dos animais.

A partir do “ponto B” o bem-estar começa a declinar devido à imposição de tecnologias ao sistema intensivo de produção, na intenção de aumento nos níveis de produtividade, até chegar ao ponto de bem-estar animal mínimo (ponto E). Segundo o mesmo autor, o nível ótimo considerando o *trade-off* (balanço) entre bem-estar e produtividade estaria entre o ponto B e D, onde se recomenda reduzir a produtividade para se ter em contrapartida um aumento no bem-estar dos animais (MCINERNEY, 2004).

A avaliação de parâmetros isolados de bem-estar animal na produção não é suficiente para embasamento da classificação do nível de qualidade de vida do animal. Sendo assim, o estado de bem-estar de um animal deve ser classificado a partir de uma avaliação em conjunto, como: características bioclimáticas,

instalações, comportamento e fisiologia, além dos parâmetros zootécnicos, como ganho de peso, por exemplo (BROOM, 1991; MENCH, 1993; DAWKINS, 2008).

2.2 Característica bioclimática

Na maternidade suína o bem-estar dos animais não é algo tão simples de ser alcançado. O conforto térmico nesta fase é um dos maiores problemas enfrentados pelo produtor durante toda a cadeia. Para que os animais atinjam o máximo de eficiência produtiva, é preciso que em um pequeno espaço físico mantenham-se dois diferentes microambientes a fim de atender as necessidades de animais da mesma espécie, porém em diferentes fases e exigências térmicas opostas (PANDORFI et al., 2004).

O manejo dos leitões na fase da maternidade é um fator determinante não só para o desenvolvimento dos animais nas demais fases da produção, mas também para o sucesso econômico da atividade. Broom e Molento (2004) afirmam que o bem-estar dos leitões, quando comprometido na fase de maternidade, poderá resultar em retardo no ganho de peso e no início da vida reprodutiva dos animais e em alguns casos na morte.

2.2.1 Exigências térmicas de leitões

Os suínos são animais homeotérmicos, ou seja, são capazes de regular o seu metabolismo a fim de manter uma condição estável, efetuando esse controle quando o ambiente externo apresenta situações desfavoráveis. O desequilíbrio térmico externo é percebido por termorreceptores periféricos (células especializadas localizadas na pele) e analisado por mecanismos neurais no eixo hipotalâmico, que tomam a decisão adequada ativando ou desativando alguns mediadores específicos (FERREIRA, 2000).

Segundo os autores Brown-Brandl et al. (2001), pouco se sabe sobre o comportamento e a fisiologia dos padrões termorregulatórios de suínos lactentes.

Durante a vida uterina, os leitões ficam sob um ambiente de altas temperaturas e relativamente estável. Os leitões nascem com suas atividades neurais bastantes desenvolvidas, diferente das fisiológicas, que são um tanto quanto imaturas, não sendo suficientemente preparadas para controlar a grande variação de temperatura extrauterina, podendo variar em média de 2,2° C, abaixo da temperatura crítica inferior (SOBESTIANSKY et al., 1998; SOUZA, 2002). Os

mecanismos fisiológicos envolvidos na conservação de calor corporal dos leitões são principalmente vasoconstrição periférica, piloereção, tremor muscular, liberação de tiroxina pela glândula tireoide que aumenta o metabolismo e consequentemente a ingestão de alimento.

Campos (2008) afirma que os leitões recém-nascidos têm uma alta sensibilidade ao frio, e isso é decorrente da pouca reserva de glicogênio, baixa porcentagem de gordura subcutânea (1% a 2%) e escassa quantidade de pelo comparado à área de superfície corporal do animal exposta. Bridi (2006) ainda explica que os leitões sentem frio pelo fato de terem metabolismo celular acelerado, o que eleva a temperatura interna, ocorrendo consequentemente dissipação de calor interno para o ambiente externo, o que resulta em uma ineficiente capacidade de captação de calor e conservação do mesmo.

Ao nascerem os leitões contam apenas com a glicose catabolizada a partir do glicogênio hepático como sua principal fonte energética, o que é suficiente só para as primeiras horas de vida. Desta forma, ao nascerem, os leitões necessitam imediatamente mamar para evitar uma drástica queda nos níveis de glicose e obter uma fonte de calor artificial para manterem-se dentro de sua zona de termoneutralidade (BALSBAUGH et al., 1986; ENGLISH, 1998).

A zona de conforto térmico é definida como a faixa de temperatura ambiente ótima para o animal, onde o esforço termoregulatório é mínimo. A zona de conforto térmico é influenciada por diversos fatores ligados diretamente ou não ao animal, como: peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, nível de alimentação e genética, temperatura do ambiente, velocidade do vento, umidade relativa do ar e o tipo de piso. Essa faixa é limitada pela temperatura crítica superior e temperatura crítica inferior (Figura 2). Ultrapassando a zona crítica inferior (estresse por frio), o animal necessita gastar mais energia a fim de aumentar o calor interno para manter sua homeoterma, e em casos onde a temperatura ultrapassa a faixa crítica superior (estresse calórico) o animal deverá perder calor para manter sua temperatura corporal (ESMAY, 1982; ASHRAE, 1985; BRIDI, 2010).

Figura 2 - Representação esquemática da zona de conforto térmico
 Fonte: Medeiros e Vieira (1997)

A zona de conforto térmico de leitões é limitada pela temperatura crítica inferior (TCI) e temperatura crítica superior (TCS). Segundo Mostaço (2014), a zona do conforto térmico em leitões ao nascimento encontra-se na faixa de temperatura de 30° a 34°, com uma semana de 28° a 32°, 24° a 28° com duas semanas, com três semanas de 22° a 26° e com quatro semanas de 20° a 24° (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores referentes ao limite de temperatura crítica inferior (TCI), zona de conforto térmico (ZCT), temperatura crítica superior (TCS), umidade relativa crítica inferior e umidade crítica superior (UCS) para suínos.

Categoria	TCI (°C)	ZCT (°C)	TCS (°C)	UCI (%)	UCS (%)
Nascimento	20	30 34	36	60	80
1ª semana	20	28 32	36	60	80
2ª semana	15	24 28	35	60	80
3ª semana	13	22 26	34	60	80
4ª semana	10	20 24	31	60	80

Fonte: Mostaço (2014)

Quando o animal entra em estresse térmico, o processo de termorregulação é ativado mediante estímulos externos sofridos por ele. A partir desse estímulo, inicia-se a produção de hormônios pela hipófise, os quais serão carreados pela corrente

sanguínea distribuindo-se por todo corpo do animal, determinando o início de reações e respostas fisiológicas do organismo como, por exemplo, tremor muscular em casos de temperatura abaixo da crítica inferior, ou aceleração da respiração e início da sudorese em temperaturas acima da faixa crítica superior (CURTIS, 1983; MENDES, 2005).

O estresse térmico nos leitões acarreta uma queda imunológica nos animais, deixando-os suscetíveis a doenças, tais como: doenças gastrintestinais, doenças do sistema respiratório e diarreia suína (SOUZA, 2002). Essas doenças são facilmente transmitidas e podem ser evitadas mantendo-se o controle da temperatura e umidade do ambiente dentro da zona de conforto térmico dos animais. Além disso, leitões em hipotermia se aproximando das matrizes em busca de fonte de calor aumentam o número de mortes de animais por esmagamento (PANDORFI et al., 2005).

Para que os leitões expressem todo o seu potencial genético e apresentem uma alta produtividade, é preciso suprir suas exigências térmicas iniciais, proporcionando um ambiente limpo, seco e aquecido, além de permitir ao máximo liberdade para expressarem seu comportamento natural, mantendo o animal em um alto nível de bem-estar.

2.2.2 Índices de conforto térmico

O ambiente externo é compreendido por fatores físicos, químicos e biológicos, sociais e climáticos que interagem com os animais (BAÊTA, 1997). Interações negativas entre animal-ambiente poderão trazer consequências negativas ao bem-estar dos mesmos, gerando uma queda na produção e, conseqüentemente, prejuízos econômicos à atividade (BRIDI, 2010; CAMPOS, 2008).

O clima está diretamente ligado ao conforto térmico dos animais. O efeito que a temperatura irá executar sobre os animais irá variar de acordo com a umidade relativa do ar, vento, precipitação, radiação térmica e superfícies de contato (CURTIS, 1983).

Existem vários índices que podem caracterizar as condições térmicas do ambiente em termos de conforto e bem-estar animal (MARTELLO et al., 2004; CAMPOS, 2008).

Os cálculos são realizados partir dos parâmetros ambientais de temperatura, umidade relativa do ar, vento e radiação. Os índices de conforto térmicos mais

usados, e utilizados no nosso estudo, são o de Thom (1958), denominado de índice de temperatura e umidade (ITU) e entalpia (H) (SAMPAIO et al., 2004).

Esse índice é de extrema importância para o indicativo de conforto térmico dos animais. O índice de temperatura e umidade é a associação da temperatura de bulbo seco e a temperatura do bulbo úmido. O cálculo de índice de temperatura e umidade não engloba todas as variáveis meteorológicas, como radiação solar e velocidade do vento, porém ele é amplamente utilizado justamente pela facilidade de acesso às informações necessárias para o cálculo, e da mesma forma por trazer aos produtores respostas a alguns problemas corriqueiros na produção, como queda na baixa produção, por exemplo (AZEVEDO et al., 2005; YANAGI, 2016).

As interpretações desse índice variam entre autores. Hahn (1985) considera os limites de ITU em condições não estressantes (≤ 70), ($71 \leq 78$) é considerado estresse moderado e de ($79 \leq 83$) indica estresse severo. Já Sales et al. (2006) em um trabalho com matrizes e leitões consideram que valores de ($61 \leq 65$) indicam condições de estresse ameno (não estressante) para matrizes e consequentemente para os leitões também; na zona de ($65 \leq 69$) o estresse é moderado e propicia maior conforto para os leitões, porém ainda não sendo valores desconfortáveis para as matrizes; e valores de ($69 \leq 73$) propiciaram desconforto tanto para as matrizes quanto para os leitões, configurando estresse severo. Lima et al. (2007) afirmam que animais em condições de valores de ITU (≤ 75) estão em estresse ameno, animais em ambiente com valores de ITU ($75 \leq 79$) encontram-se em situação de estresse moderado e em situações de ITU com valores ($79 \leq 83$) os animais estão submetidos a um estresse severo.

A entalpia específica (H) é um índice físico que correlaciona a temperatura de bulbo seco e a umidade relativa. Ela permite quantificar a energia contida no ar úmido por unidade de massa de ar seco, sendo expressa por kcal/kg de ar seco ou kJ/kg de ar seco (SILVA, 2007). Segundo Rodrigues et al. (2010), este índice representa muito bem o nível de conforto dos animais, pelo fato de calcular um valor ideal para cada fase da produção e quantificar a combinação entre as condições de temperatura e umidade relativa, energia do ar.

Essa grandeza vem sendo utilizada por diversos autores para caracterização bioclimática do ambiente de produção animal: Abreu et al. (2011); Machado et al. (2012), Nazareno et al. (2013). Para o cálculo da entalpia específica do ar ($\text{kJ.kg ar seco}^{-1}$) vem sendo utilizada a equação desenvolvida por Albright (1990), no entanto

algumas adaptações vêm sendo feitas no intuito de aprimorar os resultados apresentados. No estudo foi utilizada a equação proposta por Rodrigues et al. (2011).

2.3 Instalações para maternidade de suínos

Para que a instalação seja economicamente viável e proporcione conforto térmico aos animais, é imprescindível o controle dos fatores climáticos. O ambiente pode ser controlado desde o material utilizados na construção, dimensionamento correto do espaço físico, densidade correta dos animais até a instalação de sistemas artificiais para controle interno da temperatura. Proporcionado aos animais conforto, proteção, higiene e facilidade ao manejo (BORTOLOZZO et al., 2011; CAMPOS, 2008; PIFFER et al., 1998).

A maternidade na produção dos suínos é a fase de maior desafio quando se trata de controle ambiental, e tal dificuldade se dá pelo fato de que em um mesmo espaço físico é preciso proporcionar dois microambientes com necessidades térmicas extremamente diferentes.

A dificuldade na maternidade está na faixa superior crítica de conforto térmico das matrizes, que é bem mais baixa que a faixa crítica inferior de conforto térmico dos leitões. As matrizes precisam de uma faixa de temperatura menor para estar dentro da sua zona de termoneutralidade e não sofrerem estresse por calor, já a leitegada, por sua vez, não tem o aparelho termorregulador bem amadurecido e necessita de meios artificiais para se manter em uma faixa ideal de conforto térmico, com temperaturas superiores para que os leitões não sofram estresse pelo frio.

Como comentado, a fase de maternidade na produção de suínos é uma das mais complexas no fator ambiência, justamente pelo fato da discrepante diferença de faixa de conforto térmico entre a matriz e o leitão.

Segundo EMBRAPA (2003), a maternidade deve oferecer bem-estar para os leitões quanto para as matrizes, e para isso ela deve ter prioritariamente as seguintes características: baias com facilidade de acesso às porcas no momento do parto; escamoteadores com fonte de aquecimento com regulação; piso com capacidade isolante para evitar perda de calor por contato pelo leitão; manutenção dos pisos com relação à rugosidade para evitar lesões de cascos e articulação; manter a temperatura ambiente da sala de maternidade no máximo de 24 °C para a porca, e um mínimo de 32 °C para o leitão recém-nascido.

2.3.1 Escamoteadores

Os escamoteadores são instalações que na maioria das vezes são feitas de alvenaria, construídas na lateral superior das celas parideiras. São equipados com uma lâmpada e ou resistências elétricas. As resistências elétricas e as lâmpadas são utilizadas para aquecer os animais, mantendo-os dentro da sua zona de conforto térmico (CAMPOS, 2008; SILVA et al., 2004) (Figura 3).

A manutenção da temperatura interna dos escamoteadores é imprescindível, visto que a faixa termoneutra dos leitões varia de acordo com as semanas de vida. A temperatura ambiente dos escamoteadores deve estar preparada para o nascimento dos leitões, na faixa de 34 °C a 30 °C, e 24 °C no momento do desmame. São utilizados vários meios de fontes artificiais de calor para manter os leitões em pleno conforto térmico, evitando-se assim morte de leitões por hipotermia, esmagamento, melhorando a ingestão de leite e reduzindo a ocorrência de doenças (WOLOSZIN, 2005; JUNIOR, 2006; MOSTAÇO, 2014).

Figura 3 - Localização do escamoteador na baia. (a) Entrada do escamoteador, localizado na lateral superior da baia, ao lado do comedouro da matriz; (b) vista superior do escamoteador equipado com lâmpada de luz mista e coberto por tapete de borracha reciclável

Pereira e Passos (1998) e Pandorfi (2002) trabalharam com controle de temperatura corporal em leitões recém-nascidos e concluíram que o controle da temperatura ambiental nos escamoteadores é imprescindível para a sobrevivência dos leitões recém-nascidos, porém o conforto do ambiente não está restrito apenas ao controle da temperatura ambiente dentro da faixa de zona termoneutra dos

animais, a localização, acessibilidade, condições de luz e piso são fatores que também influenciaram na frequência e utilização dos animais do abrigo (ZHANG; XIN, 2001; ZIRON; HOY, 2003; ALGERS; UVNÄS-MOBERG, 2007).

2.3.1.1 Cobertura de piso em escamoteadores

A cobertura do piso do escamoteador tem como principais objetivos absorver a umidade, distribuir e manter de maneira homogênea a temperatura, proporcionando um melhor conforto térmico aos animais. Os materiais utilizados para a cobertura do piso dependem da sua funcionalidade, da disponibilidade na região e/ou facilidade de manejo na produção.

Os materiais utilizados para construção das instalações da maternidade podem apresentar diferentes condutibilidades de calor e umidade, podem interferir diretamente no ambiente e consequentemente no conforto dos animais (SEVEGNANI et al., 1994). É de grande importância ter conhecimento sobre o conforto térmico dos animais e utilizar materiais para construção das instalações que consigam conciliar suas propriedades térmicas, como condutibilidade térmica, emissividade, absorvidade, com seu custo de aquisição e manutenção (SOUSA, 2002, citado por CASTRO, 2011).

2.3.1.1.1 Maravalha

A maravalha é um produto residual, oriundo da madeira, que poder ser utilizada com infinitas finalidades. Na suinocultura, a maravalha é bastante utilizada na fase de maternidade, como isolante térmico, para controle da umidade e/ou fonte de calor na combinação com outras ferramentas com o mesmo propósito (MONTICELLI, 2002). A maravalha, dentre outros produtos (casca de arroz, casca de café), é também utilizada como cama para os animais, devido ao baixo custo, por ser de fácil acesso e por sua condutividade térmica (0,12 - 0,04 W/m K) (YOUNG, 1992).

A maravalha vem sendo também bastante estudada no uso em sistema alternativo de dejetos na produção de suínos. Esse sistema foi implementado pela Embrapa Suínos e Aves na criação de suínos em cama sobreposta, também conhecido por “deep bedding”. Ele caracteriza-se por apresentar menor custo de implantação, maior facilidade no tratamento dos dejetos, menor poder de poluição e por proporcionar maior conforto e bem-estar aos suínos (COSTA et al., 2006).

Com o propósito de reduzir os investimentos em edificações, minimizar os riscos de poluição e melhorar a valorização agrônômica do composto como adubo orgânico, a criação de suínos em cama sobreposta requer alguns cuidados nas edificações, como: pé-direito alto, maior ventilação e maior disponibilidade de água.

Estudo realizado por Corrêa (1998) com animais criados em cama sobreposta observou uma tendência em menor ganho de peso nos animais criados sobre piso de concreto no período do inverno e maior ganho na época do verão quando comparado ao sistema de cama sobreposta.

Outra observação realizada pelos autores foi a incidência de linfadenite durante o experimento. Foram realizados durante o estudo três ciclos de lotes (três diferentes lotes de animais) com a mesma cama e constatou-se que a ocorrência de linfadenite nos animais criados em cama sobreposta foi maior no primeiro lote, podendo indicar que esses animais já vêm contaminados do alojamento da maternidade, uma vez que no terceiro lote alojado sobre a mesma cama nenhum animal foi afetado.

Charette et al. (1989) afirmam que a serragem ou maravalha usadas como cama podem ser uma fonte de infecção de microbactérias para os suínos, uma vez que, se contaminada por alguma fonte de infecção, favorece a multiplicação das mesmas, sendo elas, dessa forma, uma fonte de infecção para todo o lote.

2.3.1.1.2 Borracha

Com infinita utilidade, o emprego de recursos naturais, como a borracha, é crescente em nosso cotidiano. O consumo destes deve ser racional e consciente, uma vez que se tornam cada vez mais escassos. Devido a esse fato e à grande exigência de consumidores por produtos de baixo impacto ambiental, indústrias investem cada vez mais em um crescimento sustentável, focado no compromisso e na responsabilidade ambiental e social ao desenvolver materiais ecologicamente corretos e com uma maior viabilidade econômica (ANDRADE, 2007; NETO et al., 2010).

Tratando-se especificamente da produção de suínos na fase de maternidade, as diretrizes para a sustentabilidade devem ser baseadas na diminuição do consumo de energia elétrica, queda na produção de gases, promoção do bem-estar dos animais, conforto térmico para matrizes e leitões e redução da mortalidade, entre outros (COSTA, 2006).

Pneus descartados já vêm sendo reutilizados de várias maneiras na produção animal como, por exemplo, Pinheiro (2009), que utilizou pneus como enriquecimento ambiental para leitões em fase de crescimento e concluiu que os animais alojados em baias com enriquecimento ambiental (pneu) obtiveram menor frequência de comportamentos esteriotipados em relação aos animais alojados em baias sem enriquecimento ambiental.

Na pecuária o pneu também vem sendo utilizado na agropecuária, segundo o IEPEC, e produtores cada vez mais vêm buscando soluções alternativas e baratas na produção animal. Dentre as vantagens da reutilização do pneu como bebedouros, estão a diversidade de tamanhos e capacidade de volume, instalação simples e de baixo custo, podem ser facilmente transferidos, oferecem menor risco de contusão dos animais, são fabricados com material reciclável (um material de grande resistência), apresentam maior durabilidade, baixo custo de reposição e manutenção diferente de produtos de alvenaria e metal.

A utilização da borracha reciclada de pneus torna-se uma alternativa sustentável com propriedades e benefícios bastante atrativos na produção de suínos na fase da maternidade. Isso se deve ao fato de o material ser resistente a produtos químicos, podendo ser limpo e reutilizado; absorver impactos, deixando o ambiente mais confortável aos animais; ser um bom condutor térmico (condutividade térmica da borracha - 0,17 - 0,3 W/m K) (PROTOLAB), podendo diminuir o consumo de energia elétrica da granja; ser antiderrapante e assim favorecer a diminuição das quedas, dos escorregões e evitar fraturas dos animais e morte por esmagamento.

Com esses benefícios, o produto como a borracha sustentável visa minimizar o consumo de agregados naturais (maravalha, água, etc.), contribuindo para a resolução de problemas ambientais na produção suinícola, além de ter baixo custo, tornando-se um produto sustentável e economicamente viável.

O uso da borracha na cobertura de piso em escamoteadores para leitões é um estudo de inovação, instalado a fim de agregar valores sustentáveis à produção de suínos, minimizando o impacto ambiental e visando, além disso, ao aumento da produtividade e do bem-estar dos animais.

2.4. Característica comportamental

O índice de produtividade de uma criação está diretamente ligado ao bem-estar dos animais (MORALES et al., 2013), visto que, animais fora da zona de

conforto são incapazes de expressar todo o seu potencial genético e usufruir de todo o aporte nutricional oferecido. Para que se possam oferecer alternativas para melhorias aos animais, é necessário conhecer suas preferências (DUNCAN; FRASER, 1997). A avaliação comportamental é uma técnica não invasiva, rápida e prática na identificação do bem-estar dos animais (DÜPJAN et al., 2008; POLETO, 2010).

Os suínos são animais onívoros que descendem do javali europeu (*Sus scrofa*), domesticado aproximadamente há 10 mil anos atrás. Esses animais possuem um perfil exploratório, passam grande parte do seu tempo explorando, olhando, cheirando, lambendo, fuçando o ambiente à procura de alimento (ROLLIN, 1995; CLUTTON-BROCK, 1999; STUDNITZ et al., 2007; HOTZEL, 2011; MAIA et al., 2013).

Os leitões passam grande parte do seu tempo mamando/massageando o úbere das matrizes independentemente do sistema de produção. Os leitões se aproximam das matrizes e começam a massagem no úbere, após elas iniciarem um grunhido profundo de dois em dois segundos por um minuto. A massagem no úbere dura em torno de um minuto. Após a massagem, os leitões passam à sucção nos tetos para a ejeção do leite, que acontece após vinte segundos de sucção. A ejeção dura apenas vinte segundos, e depois desse período os leitões voltam a massagear o úbere para estimular a produção de leite para a próxima mamada (FRASER et al., 1998).

Em um habitat natural, nos primeiros dias de vida os leitões chegam a mamar até trinta vezes ao dia. Com 10 dias de idade os leitões ficam mais independentes, começam a passar uma maior parte do tempo fuçando e conhecendo o ambiente junto com a matriz. Nesse período há um aumento no contato social entre os leitões. É nessa fase que se inicia a transição de dieta líquida (leite) para sólida (forrageio) (JENSEN; RECÉN, 1989; WEARY et al., 2008). O contato entre a matriz e leitões tende a diminuir aos poucos a partir dessa fase, quando os leitões começam a ter uma maior interação social entre as leitegadas e uma melhor capacidade de ingerir alimentos sólidos, até criarem uma independência social e alimentar, a ponto de não precisarem mais da mãe (PETERSEN, 1994).

Em sistemas de maternidade em gaiola é inevitável o contato entre matriz e leitão. Esse contato direto com a matriz e o ambiente monótono fazem com que a produção de leite durante a fase da maternidade seja praticamente constante

(PETERSEN et al., 1995; MARTENDAL, 2009). Devido à grande oferta de leite e à restrição a dietas sólidas, o leitão passa 39% do tempo mamando ou manipulando o úbere da porca. Já em celas parideiras enriquecidas, o leitão passa grande parte do tempo fuçando o piso e paredes da cela e interagindo com outros leitões, gastando apenas 22% do tempo amamentando ou manipulando o úbere da matriz (HURLEY, 2001; HÖTZEL et al., 2004).

A amamentação tem um importante papel na garantia de sobrevivência dos leitões na primeira semana de vida. Ao nascerem, os leitões necessitam de um abrigo com fonte de calor e precisam imediatamente mamar para evitar uma queda drástica dos níveis de glicose e manterem-se em sua zona de termoneutralidade. Segundo Machado Filho e Hötzel (2000), 70% do total das mortes dos leitões na fase de maternidade acontecem na primeira semana de vida, sendo 65% delas por esmagamento e 5% por inanição. Fillipsen et al. (2001) afirmam que 17,32% da mortalidade em animais lactentes é por inanição devido a baixas temperaturas, sendo este o segundo maior fator de mortalidade de leitões nas criações em ar livre na região sudeste do Paraná.

Grande parte dos leitões expostos ao frio sofrem por agalaxia (deficiência energética/hipoglicemia) e tendem a ficar mais próximos à matriz, em busca de fonte de calor, o que aumenta os riscos de morte por esmagamento.

O nível de conforto térmico dos leitões pode ser avaliado através do comportamento apresentado por eles. Leitões expostos ao frio tendem a ficar amontoados, enquanto leitões dentro da sua faixa de termoneutralidade tendem a ficar agrupados uniformemente e leitões expostos ao calor ficam lado a lado, espaçados ou sozinhos (XIN, 2002; MOUNT, 1968) (Figura 4).

Figura 4 - Classificação do comportamento de leitões conforme a faixa de conforto térmico
Fonte: Xin (2002)

Alguns distúrbios comportamentais, como as estereotípias e os comportamentos anômalos, são comumente observados em animais confinados em situação de estresse. A frequência desses comportamentos indica o grau de adaptação dos animais com relação ao habitat em que vivem (MACHADO FILHO; HÖTZEL, 2004). Comportamentos estereotipados são uma ação repetitiva aparentemente sem função, como, por exemplo, a síndrome do urso observada em animais enjaulados em zoológicos, cavalos confinados e matrizes suínas em gaiolas (FRASER; BROOM, 1990; LUDTKE et al., 2014). Os comportamentos anômalos podem ou não ser instintivos, realizados sem função aparente no habitat em que vivem, como, por exemplo, leitões em ambientes monótonos fuçam o chão; matrizes em terço final de gestação têm uma grande motivação para fazer o ninho, em ambiente confinado há ação do comportamento, porém sem fundamento (MCGLONE, 2001).

Leitões criados em habitat sem as mínimas condições de bem-estar, além de apresentarem distúrbios comportamentais, podem apresentar hematomas, feridas e fraturas expostas favorecendo a ação de patógenos, principal causa dos problemas articulares e doenças infecciosas nessa fase. Para o diagnóstico e correção dos problemas produtivos do animal, é preciso uma rigorosa avaliação das variáveis influentes, como ambiente, nutrição, sanidade, reprodução e comportamento (FRASER; BROOM, 1990).

2.5 Característica fisiológica

Os parâmetros fisiológicos estão entre os fatores utilizados para qualificar o grau de bem-estar dos animais na produção.

Dentre os parâmetros fisiológicos dos animais, destaca-se a temperatura corporal. Historicamente, a mensuração da temperatura tem sido utilizada para o diagnóstico clínico, por ser um bom indicador da saúde (TAN et al., 2009). Esse parâmetro pode ser avaliado por meio da temperatura retal, temperatura ocular, temperatura auricular, temperatura de superfície da pele, entre outros meios.

Segundo Greer et al. (2007) dentre os métodos existentes citados, a temperatura retal apresenta maior precisão nos resultados, no entanto esse método de avaliação é relativamente invasivo e requer uma contenção adequada, posicionamento correto do termômetro, ausência de material fecal no reto e, além disso, alguns fatores podem interferir na temperatura, como: peristaltismo

aumentado, inflamação das artérias e presença de trombos que diminuem o fluxo de sangue local (GREENES; FLEISHER, 2004; BOERE; MAZZOTTI, 2009).

Em animais com essas condições, métodos alternativos não invasivos devem ser utilizados. Conforme os resultados apresentados nos estudos realizados por Mariak et al. (2003), Greenes e Fleischer (2004), Wiedemann et al. (2006), Andersen et al. (2008) e Mostaço (2014), a temperatura auricular apresenta resultados equivalentes à temperatura retal, com a vantagem de ser um método não invasivo.

Outro método não invasivo de mensuração de temperatura é a temperatura ocular. Segundo Stewart et al. (2010), a mensuração da temperatura termográfica ocular é mediada pela resposta do sistema nervoso simpático, sendo ela um método eficaz na avaliação do bem-estar animal.

Apesar de a temperatura corporal ser uma informação de extrema importância no contexto clínico, ela não deve ser utilizada como parâmetro único de diagnóstico na avaliação de bem-estar animal (GREER et al., 2007). Dessa forma, outro parâmetro de grande importância e que pode ser avaliado de maneira não invasiva são as lesões, no caso de leitões, nas regiões dos membros anteriores e posteriores (LIPPKE R.T. et al., 2009).

Os métodos não invasivos são mais úteis para obterem-se dados confiáveis sem interferir diretamente no organismo do animal, evitando estresse animal. A termografia infravermelha e o termômetro infravermelho são duas ferramentas de grande eficiência para alcançar esse objetivo. Neste estudo a termografia infravermelha foi utilizada para mensuração de temperatura ocular, temperatura auricular e lesões, já o termômetro de infravermelho foi utilizado apenas para mensuração da temperatura auricular.

2.5.1 Temperatura auricular

A temperatura auricular é um parâmetro clínico que vem sendo utilizado com grande frequência por proporcionar uma forma menos invasiva de estimar a temperatura corporal e apresentar bons resultados.

Segundo Mariak et al. (2003) e Greenes e Fleischer (2004), a membrana timpânica localiza-se próximo ao hipotálamo, fazendo com que esse reflexo apresente temperatura corporal com maior precisão quando comparada à temperatura retal. Andersen et al. (2008) afirmam que a temperatura timpânica é uma temperatura de extremidade, a qual possui uma grande variação com relação a

outras partes do corpo, podendo ela ser classificada como uma ótima medida de resposta termorregulatória em suínos. Um estudo realizado por Mostaço (2014), onde foram correlacionados os parâmetros de temperatura retal, superfície corporal e frequência respiratória e cardíaca, afirma que a região do corpo do suíno que se mostrou como melhor opção para o acompanhamento da temperatura corporal do animal foi a temperatura timpânica.

Wiedemann et al. (2006) afirmam que há uma correlação confiável entre a temperatura timpânica e temperatura retal em cães, onde a temperatura auditiva média é menor que a retal $1,53^{\circ}\text{C} \pm 0,75$ e a conformação da orelha não influencia a temperatura auditiva média em cães. Greenes e Fleischer (2004) afirmam em estudo que as temperaturas timpânicas foram significativamente menores do que a temperatura retal. Kunkle et al. (2004) justificam que esse achado é de certa forma esperado, pois em outras espécies animais determinou-se que as temperaturas timpânicas são inferiores à temperatura retal.

Apesar desses resultados, ainda há poucas pesquisas científicas que avaliaram a confiabilidade e os padrões de temperatura timpânica em animais domésticos (WIEDEMANN et al., 2006). Alguns fatores podem influenciar os resultados devido às diferentes características anatômicas em animais, como: diferentes conformações da concha acústica, e características individuais, presença de pelos, produção de cerume, reações locais inflamatórias e microclima (WHITE, 1999; MURPHY, 2001; HARVEY et al. 2004; ALENCAR-JÚNIOR et al., 2007).

2.5.2 Temperatura ocular

Assim como a temperatura auricular, a temperatura ocular mediada pela resposta do sistema nervoso simpático é aferida por meio da termografia infravermelha.

A primeira análise de imagens da temperatura superficial ocular com a utilização de métodos não invasivos foi realizada em 1968, por meio de um equipamento que mensurava a radiação infravermelha da superfície ocular, então denominado “balômetro” (MAPSTONE, 1970).

A relação estresse *versus* temperatura ocular foi inicialmente estudada por Cook et al. (2001) em equinos. Nesse estudo foram utilizadas imagens termográficas e coletas de amostras de sangue e saliva para avaliação de cortisol com o intuito de mensurar a atividade adrenocortical e metabólica dos animais. Como resultado,

obteve-se uma significativa correlação positiva entre aumento de temperatura ocular e cortisol plasmático e salivar.

Desde então a temperatura ocular vem sendo utilizada em várias espécies animais por ser uma metodologia não invasiva de grande eficácia na avaliação do bem-estar animal e de rápido diagnóstico ao estresse (STEWART et al., 2010; VALERA et al., 2012; YARNELL et al., 2013).

A resposta padrão fisiológica do animal ao estresse faz com que ocorram alterações no fluxo sanguíneo da superfície ocular, e a partir da radiação emitida pela superfície são geradas imagens termográficas (STEWART et al., 2009; WESCHENFELDER et al., 2013).

Estudos realizados por Gloster et al. (2011) comparando a temperatura superficial ocular e a temperatura superficial do casco de bovinos leiteiros afirmam que a temperatura ocular apresentou-se como a melhor parte para monitorar a temperatura superficial e indicar estado febril no animais. Schaefer et al. (2012), em estudos relacionados a doença respiratória em bovinos, afirmam que em relação às temperaturas oculares aferidas a partir do termômetro infravermelho, 93% dos animais positivos à doença representaram uma temperatura média ocular acima dos animais sadios.

2.5.3 Lesões

Um dos principais fatores que aumentam a incidência dos distúrbios do aparelho locomotor dos suínos na fase de maternidade são as instalações feitas de alvenaria. O piso de concreto sem o mínimo de cobertura para os animais é extremamente abrasivo e alcalino (FRITSCHEN; CUNNINGHAM, 1973).

Porém, a integridade do aparelho locomotor dos leitões não é apenas influenciada pelo tipo de piso das instalações, mas também pela sanidade do mesmo. A umidade das fezes e da urina pode causar o amolecimento do tecido córneo do casco, predispondo úlceras e contusões. O uso de detergentes e desinfetantes inapropriados pode ter como consequência dermatites por contato e lesões inflamatórias, sendo elas uma porta de entrada para micro-organismos causadores de inúmeras infecções, como artrite, pneumonia, onfalite, endocardite, entre outras infecções secundárias (GAJEWCZYK, 1983; HILL, 1992; LOPEZ et al., 1997).

As regiões de maior incidência de lesões em suínos na fase de maternidade são as articulações fêmur-tíbio-patelar coxo-femoral, escápulo-umeral e as articulações do carpo e do tarso (MORÉS et al., 2003; LIPPKE R.T. et al., 2009).

Quando acometidos, os animais artríticos apresentam-se com andar difícil e claudicante (cujo grau varia com a localização e profundidade da lesão), com postura anormal ou até mesmo incapacidade de locomover-se. As articulações tendem a ter um aumento de volume com presença de exsudado, podendo ele ser seroso, sanguinolento e ou purulento, e há aumento da temperatura local (GRACIANO et al., 2014).

As enfermidades do sistema locomotor dos suínos causam grandes perdas econômicas à produção, visto que os animais acometidos apresentam atraso no crescimento e desenvolvimento, há aumento da taxa de natimortos e de morte de leitões durante a lactação, descarte precoce de produtores, gasto com medicamentos e mão de obra, sacrifício de animais na fase de terminação e descarte de carcaças em abatedores (SOBESTIANSKY et al., 1998).

Segundo levantamento realizado pelo NADIS (National Animal Disease Information Service), o custo para uma fazenda em que 50% dos animais são acometidos por enfermidades do sistema locomotor e infecção secundárias é de, em média, 7.500 libras ao ano. Já em fazendas de caso crônico o déficit chega a 10.000 libras por ano.

A conservação ou reparo de pisos de concreto desgastados, a reparação de pisos em divisórias de plástico, o uso de cama sobreposta e manutenção da mesma ou o uso de tapetes irá minimizar significativamente o número de casos de enfermidades em articulações de leitões na fase de maternidade (WHITE, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do estudo

A pesquisa foi conduzida em uma granja comercial de suínos, sendo uma unidade produtora de leitão até a fase da creche. A propriedade localiza-se no município de Mogi-Mirim, SP, com coordenadas geográficas de 22° 32' 37" latitude, 46° 58' 15" de longitude e 607 m de altitude (Figura 5 - Imagem de satélite do galpão experimental). Segundo classificação de Köppen (1936), o clima da região é considerado como tropical mesotérmico. O período experimental foi de julho a agosto de 2015.

Figura 5 - Imagem de satélite do galpão experimental

Duas semanas antes do início do estudo foi realizado um treinamento do pesquisador quanto à calibração e utilização dos equipamentos, avaliação comportamental e fisiológica dos leitões, manejo de primeiro dia e manejo de “toilet” em leitões anteriores aos animais que foram utilizados no estudo, além de conhecer e adaptar a rotina de trabalho da granja.

3.2 Tipologia das instalações

A pesquisa foi desenvolvida no galpão de maternidade, subdividido em seis salas. Mais especificamente, o estudo foi feito na sala três do galpão de maternidade, que possuía 15,0 m de comprimento por 10,0 m de largura com o pé-

direito de 3,5 m, telhado de duas águas, coberto com telhas cerâmicas tipo francesas e com beiral de 0,60 m. Paredes de alvenaria, com uma abertura 2,0 m nas laterais delimitadas por tela, que se estende por todo o comprimento da sala, com peitoril de 1,50 m de altura (Figura 6).

Figura 6 - Vista interna da sala três do galpão de maternidade na propriedade

As cortinas laterais permaneceram fechadas durante o período da manhã e noite, sendo abertas somente no período mais quente do dia (12:00 às 15:00).

Foram alojadas 14 matrizes, em 14 celas parideiras, orientadas no centro de cada baia. As baias eram divididas com tampos de madeira, com piso de concreto parcialmente coberto com piso de plástico vazado nas laterais da baia. As baias possuíam as seguintes dimensões: 1,8 m de largura por 2,7 de comprimento e 1,20 m de altura, totalizando 4,86 m². As matrizes foram alojadas em cada cela aleatoriamente.

Os escamoteadores eram de alvenaria com a tampa de madeira. Para este estudo foi confeccionada uma tampa de madeirite (0,52 m x 1,12 m) com uma porta central de 0,25 m x 0,55 m, para que fosse possível realizar a avaliação comportamental dos leitões dentro do escamoteador (Figura 7).

Figura 7 - Vista superior do escamoteador; (a) aberto e (b) fechado

Os escamoteadores foram aquecidos com lâmpadas de luz mista de 220 volts e 160 watts. O acionamento do sistema de aquecimento dos animais foi realizado de acordo com os manejos das cortinas, ou seja, desligado apenas no intervalo dos horários mais quentes do dia (12:00 às 15:00).

Os comedouros para os leitões e matrizes foram de alvenaria.

Os bebedouros utilizados para os leitões foram tipo *nipple* e os utilizados para as matrizes foram de alvenaria.

3.3 Tratamentos

Foram avaliados três tipos de cobertura para escamoteadores, composto por 4 repetições (Figura 8):

- **Tratamento 1 (M):** Abrigo escamoteador com piso de concreto coberto por maravalha (a).
- **Tratamento 2 (I):** Abrigo escamoteador com piso coberto por tapete de borracha reciclável inteiriço (b).
- **Tratamento 3 (F):** Abrigo escamoteador com piso coberto por tapete de borracha reciclável vazado (c).

Figura 8 - Piso do abrigo escamoteador coberto por maravalha (a); piso do abrigo escamoteador coberto por tapete de borracha reciclável inteiriço (b); piso do abrigo escamoteador coberto por tapete de borracha reciclável vazado (c)

Os tratamentos foram distribuídos de forma aleatória (Figura 9)

Figura 9 - Esboço do esquema geral de distribuição dos tratamentos na sala de maternidade

3.3.1 Caracterização térmica dos tratamentos

Para maior conhecimento dos tratamentos foi realizado um teste para caracterização térmica superficial da cobertura dos pisos.

Com um fio de barbante, as coberturas dos pisos foram subdivididas em 18 quadrantes iguais (0,16 m x 0,15 m) (Figura 10).

Figura 10 - Coberturas do piso do abrigo escamoteador subdivididas em quadrantes. (a) Tratamento 1 - maravalha; (b) Tratamento 2 - tapete de borracha inteiriço; (c) Tratamento 3 - tapete de borracha vazado

Essa caracterização foi realizada apenas dentro dos escamoteadores sem animais, tendo início em um período antes da programação de parto das matrizes, e, dessa forma, as luzes foram acionadas um período antes do início das coletas.

Para a caracterização térmica superficial das coberturas foram instalados dois sensores da marca Maxim e modelo DS1921G Thermochron® iButton® (Figura 11) em cada escamoteador (um no centro e outro no fundo), programados para registrar a temperatura (°C) a cada quinze minutos. Com um termômetro infravermelho de mão da marca FLUKE®, modelo 566, foram registradas a cada hora, no período das 7:00 às 18:00, a temperatura superficial de cada quadrante em cada abrigo escamoteador, sendo feito assim o perfil de temperatura.

Figura 11 - Posicionamento dos *dataloggers* iButtons® dentro dos escamoteadores

3.4 Animais utilizados na pesquisa

O estudo foi realizado com leitões provenientes do cruzamento Pernalan x Dalland. As matrizes que fizeram parte do estudo apresentavam ordem de parto entre 1 a 3, sendo utilizado de acordo com a disponibilidade de matrizes prenhas na granja no período experimental. Ao nascimento, os leitões foram remanejados por critério de peso e número de animais por leitegada, de forma que todas as baias apresentassem o mesmo número fixo de 12 leitões.

As matrizes no período da maternidade foram alimentadas conforme o manejo da granja. O arração foi feito nos períodos da manhã e noite.

A ração para os leitões foi disponibilizada a partir do sétimo dia de estudo.

3.5 Registro dos dados climáticos

Para a caracterização do microclima das instalações foram coletados dados de temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$) e a umidade relativa do ar – UR (%) a cada hora, durante todo o período experimental. Para isso, os abrigos escamoteadores e a sala de maternidade foram equipados com *datalogger* da marca HOBO® modelo H08-00X-02.

Cada *datalogger* foi instalado dentro dos escamoteadores no centro de cada tampa de madeira a uma altura de 0,55 m (Figura 12).

Figura 12 - Localização do sensor HOBO® *datalogger*, na tampa do abrigo escamoteador

Ao longo da sala de maternidade, na região central, foram instalados três *dataloggers*, distribuídos de maneira uniforme, a uma altura de 1,5 m (Figura 13).

Figura 13 - Localização dos sensores HOBO® *datalogger* ao longo da sala de maternidade. (a) Os três sensores instalados; (b) mais detalhes da instalação do sensor

Os registros foram realizados a cada quinze minutos.

Com os registros dos dados microclimáticos, calculamos como variáveis de avaliação do microclima das instalações os valores de entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco), calculados conforme eq. (1) proposta por Rodrigues et. al (2010) adaptada da equação proposta por Albright (1990), para que valores de temperatura, umidade relativa e pressão atmosférica local possam ser incorporados diretamente na equação para o cálculo da entalpia, e o índice de temperatura e umidade (ITU) calculado pela eq. (2) proposta por Thom (1959).

$$h = 1,006 \cdot t + \frac{UR}{pb} \cdot 10^{\left(\frac{7,5 \cdot t}{237,3} + t\right)} \cdot (71,28 + 0,052 \cdot t) \quad (1)$$

Em que:

h= entalpia específica (KJ/kg de ar seco);

t = temperatura ambiente (bulbo seco) (° C);

P_a = Pressão barométrica local (considerado o valor de 706,79 mmHg);

UR = umidade relativa do ar (%).

Para transformação de unidades (Kcal/kg→ KJ/kg de ar seco) os valores da equação acima foram multiplicados por 4,18.

$$ITU = tbs + 0.36 + tpo + 0.42 \quad (2)$$

Em que :

tbs = temperatura ambiente (bulbo seco) (° C);

tpo = temperatura do ponto de orvalho (%)

3.6 Comportamento dos leitões

Para o estudo do comportamento dos leitões foram avaliadas a postura e a frequência dos animais dentro ou fora dos abrigos escamoteadores, para posterior análise da eficiência dos diferentes tipos de coberturas em abrigos escamoteadores e sua correlação com o conforto térmico e bem-estar dos leitões.

Para a avaliação dos comportamentos dos leitões foi elaborado um etograma (Tabela 2), baseado em estudos realizados por Mount (1968), Ferreira et al., (2007), Matendal (2009), Kammergaard et al. (2011) e Araujo et al. (2011), além das observações realizadas em um período pré-experimental, em um lote de animais alojados na sala de maternidade em período anterior ao início dos estudos.

O cronograma de avaliação de comportamento foi ajustado de acordo com as outras avaliações, devido ao planejamento de parto dos leitões. Dessa forma as avaliações comportamentais aconteceram no 10º, 12º, 14º, 16º, 20º, 23º, 26º dia de experimento. Os registros foram realizados no método varredura, por um único pesquisador já treinado. Os períodos de observação foram divididos em manhã (8:00 às 11:00h), tarde (12:00 às 15:00h) e noite (16:00 às 18:00), os registros ocorreram a cada hora, totalizando onze coletas diárias. A escolha dos períodos baseou-se na expectativa de diferentes comportamentos influenciados principalmente pelas variáveis ambientais.

Tabela 2 - Etograma de trabalho elaborado para a análise de comportamento dos leitões

Comportamento	Atividade	Descrição
Fisiológico	Mamando ⁽¹⁾	Leitão acordado em pé ou deitado no teto da matriz, com movimento de sucção ou em disputa por teto.
	Comendo ⁽¹⁾	Leitão em pé próximo ao comedouro mastigando.
Mantença (Desconforto)	Próximo à mãe ⁽¹⁾	Leitão deitado, acordado ou dormindo próximo à mãe, de maneira que alguma parte do corpo esteja próxima com a matriz.
	Amontoados próximos à mãe ⁽¹⁾	Leitões deitados, acordados ou dormindo amontoados, de maneira que parte do corpo esteja em contato uns com os outros, em contato com a matriz.
	Amontoados longe da mãe ⁽¹⁾	Leitões deitados, acordados ou dormindo amontoados, de maneira que parte do corpo esteja em contato uns com os outros, sem contato com a matriz.
	Amontoado próximo à luz ⁽²⁾	Leitões deitados, acordados ou dormindo amontoados entre si, de maneira que parte do corpo esteja em contato uns com os outros. Embaixo da luz.
	Encolhido sozinho ^(1,2)	Leitão deitado em decúbito ventral sozinho acordado ou dormindo, com os quatro membros encolhidos próximo ao corpo. De maneira que não tenha contato com nenhum animal.
	Amontoado longe da luz ⁽²⁾	Leitões deitados, acordados ou dormindo amontoados entre si, de maneira que parte do corpo esteja em contato uns com os outros. Ao fundo, longe da luz.
Mantença (Conforto)	Esticado sozinho ^(1,2)	Leitão deitado em decúbito lateral, sozinho, acordado ou dormindo. De maneira que não tenha contato com nenhum outro animal.
	Deitados uniformemente ^(1,2)	Animais deitados, acordados ou dormindo, esticados ou encolhidos, próximo uns aos outros ou não, porém não amontoados.
Social	Interagindo ^(1,2)	Leitões em pé ou sentados acordados. Interagindo com outros leitões ou com o ambiente.
Fora do escamoteador(1); Dentro do escamoteador (2)		

3.7 Avaliação fisiológica

As avaliações fisiológicas tiveram como objetivo verificar o conforto térmico e bem-estar com base nos dados biológicos dos leitões.

Para a avaliação dos parâmetros fisiológicos dos leitões foram selecionados cinco animais aleatoriamente em cada baia no 15º e 20º dia de experimento. Os registros da temperatura ocular e temperatura auricular foram realizados em três períodos do dia, manhã (7:00 h); tarde (14:00 h); noite (18:00 h). As imagens das lesões foram capturadas após o último registro das temperaturas. As avaliações

fisiológicas neste estudo tiveram como intuito avaliar a condição de conforto ou estresse calórico, e lesões dos leitões.

3.7.1 Avaliação fisiológica - Temperatura corporal (ocular)

Para o registro da temperatura ocular dos leitões, foram utilizadas as imagens capturadas a partir da câmera termográfica FLUKE®, modelo Ti29, a 0,25 m de distância do alvo (olho direito, com ponto de interesse a carúncula lacrimal) (Figura 14) na emissividade de 0,98 como descrito por Weschenfelder et al. (2013).

As imagens capturadas foram posteriormente geradas e analisadas pelo software SmartView® versão 3.14.

Para a análise das imagens foi utilizada a ferramenta (marcador em eclipse) do software SmartView®, obtendo-se os valores de temperatura máxima (Tspe máx.), valores de temperatura mínima (Tspe min.) e os valores de temperatura média (Tspe med.).

Figura 14 - Imagens geradas a partir do software SmartView da lateral direita do leitão. Em destaque a região da carúncula lacrimal com os valores de temperatura máxima (Tspe máx.), média (Tspe méd.) e mínima (Tspe min.) da região. (a) Imagem termográfica; (b) imagem visual

3.7.2 Avaliação fisiológica - Temperatura corporal (auricular - câmera termográfica)

A temperatura auricular dos leitões foi analisada a partir das imagens capturadas pela câmera termográfica FLUKE®, modelo Ti29, a 0,25 m de distância do alvo (orelha, região timpânica) (Figura 15) na emissividade de 0,98 conforme recomendação do fabricante para aferição da temperatura em tecidos biológicos.

As imagens capturadas foram posteriormente geradas e analisadas pelo software SmartView® versão 3.14.

Para a análise das imagens foi utilizada a ferramenta (marcador em eclipse) do software SmartView®, obtendo-se os valores de temperatura máxima (Tspe máx.), valores de temperatura mínima (Tspe min.) e os valores de temperatura média (Tspe med.).

Figura 15 - Imagens geradas a partir do software SmartView® da lateral direita do leitão. Destaque para região auricular. Com valores de temperatura máxima (Tspe máx.), média (Tspe med.) e mínima (Tspe min.) da região; (a) imagem termográfica; (b) imagem visual

3.7.3 Avaliação fisiológica- Temperatura corporal (auricular - termômetro infravermelho)

A temperatura auricular (timpânica) foi aferida com auxílio de um termômetro infravermelho da marca FLUKE®, modelo 566, a 0,30 m de distância do ponto alvo como descrito por Mostaço (2014), na emissividade de 0,98 conforme recomendação do fabricante para aferição da temperatura em tecidos biológicos.

3.7.4 Avaliação fisiológica - Lesão

Para a análise das lesões dos animais, foram utilizadas imagens capturadas a partir da câmera termográfica FLUKE®, modelo Ti29, a 1 m de distância do alvo, com emissividade de 0,95 (NÄÄS et al., 2010).

Foram capturada duas imagens por animal na região do tarso e do carpo (Figura 16), nas laterais esquerda e direita (Figura 17).

Figura 16 - Na imagem estão destacadas as regiões do (a) carpo e do (b) tarso (região do calcâneo).
Fonte: Adaptado de Biophera (2016)

As imagens capturadas foram posteriormente geradas e analisadas pelo software SmartView® versão 3.14.

Foram selecionados dez pontos aleatoriamente na região de cada membro, obtendo-se os valores de temperatura máxima (Tspe máx.), valores de temperatura mínima (Tspe min.) e os valores de temperatura média (Tspe med.) (GRACIANO et al., 2014; JACOB, 2016).

Figura 17 - Imagens geradas a partir do software SmartView®. (a) Imagem dos membros anteriores (região dos ossos do carpo); (b) imagem termográfica dos membros anteriores; (c) região dos membros posteriores (região dos ossos do tarso); (d) imagem termográfica dos membros posteriores

3.8 Índices zootécnicos

As análises realizadas para a avaliação do desempenho zootécnico do estudo foram o número de mortes de leitões por tratamento no período experimental e a conversão alimentar dos animais.

Para a pesagem foi utilizada uma balança digital Toledo modelo 2098.

Para facilitar a pesagem dos animais foi utilizado um caixote de plástico, colocado sobre a balança e tarado a cada pesagem (Figura 18). Para a pesagem da ração foi utilizado um recipiente de plástico tarado a cada arrazoamento por baia. O mesmo recipiente foi utilizado para a retirada da sobra de ração dos comedouros nos dias de pesagem dos animais.

Figura 18 - Leitão sendo pesado para o desmame

Para a identificação dos animais, foi utilizada uma fita adesiva colada no dorso do animal com a identificação referente a cada leitão. Os animais do tratamento de maravalha tinham sua identificação escrita em verde, os animais do tratamento de tapete de borracha inteiriça tinham sua identificação escrita em azul e os animais do tratamento de tapete de borracha vazado tinham sua identificação escrita em preto. Os números na etiqueta de identificação significavam: número da baia do leitão e a letra aos animais da baia. Como, por exemplo, o animal de identificação escrita em verde **A¹**, era o leitão A da baia 1, tratamento maravalha (Figura 19).

Figura 19 - Leitão A, baia 1 tratamento maravalha

Os leitões foram pesados ao 7º e 25º dia de experimento. A ração foi fornecida aos leitões no sétimo dia de estudo. A primeira porção de ração fornecida aos leitões foi de 200 grs. e, desse dia em diante, o arraçãoamento dos leitões foi feito conforme a necessidade. Com esses dados foi possível obter as seguintes respostas: ganho de peso no período (GPP); ganho de peso diário (GPD); consumo de ração diário (CRD).

- **Ganho de Peso no Período (GPP):** Foi mensurado mediante pesagens dos animais a partir do sétimo dia de experimento (início do fornecimento de ração), ao desmame.
- **Ganho de Peso Diário (GPD):** Foi calculado pelo GPP dividido pelo número de dias (ND) de tratamento.

$$GPD = \frac{GPP(kg)}{ND(dias)}$$

- **Consumo de Ração Diário (CRD):** Foi obtido pela divisão do consumo de ração por período (CRP) pelo número de dias (ND) consumindo a ração.

$$CRD = \frac{CRP (kg)}{ND(dias)}$$

- **Conversão Alimentar (CA):** Foi obtida pela divisão do consumo de ração do animal em um período (CRP) pelo valor de ganho de peso no período (GPP).

$$CA = \frac{CRP \text{ (kg)}}{GPP \text{ (kg)}}$$

- **Índice de Eficiência Alimentar (IEA):** Foi obtido pela divisão do ganho de peso médio por animal (GPP) pelo consumo médio de ração por animal (CR).

$$IEA \text{ (\%)} = \frac{GPP \text{ (kg)}}{CR \text{ (kg)}}$$

3.9 Análise estatística

Os delineamentos experimentais adotados foram os seguintes: delineamento inteiramente casualizado (DIC) para as análises dos dados referentes à entalpia, ITU e comportamento; e delineamento em blocos casualizados (DBC) referente aos dados das análises fisiológicas.

As variáveis comportamentais foram submetidas à transformação: Raiz(y+0,5) e com transformação Log(y+1) e posteriormente suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise do microclima das instalações

O teste de Tukey aplicado aos dados de entalpia e ITU mostrou evidências de diferenças entre as variáveis analisadas nos diferentes tratamentos e horários (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médio de entalpia (KJ/Kg^{-1} de ar seco) e ITU registrados nos tratamentos T_1 (maravalha), T_2 (tapete inteiriço) e T_3 (tapete vazado) nos três períodos (H_1 - 7:00h às 11:00h), (H_2 - 12:00h às 15:00h) e (H_3 - 16:00h às 18:00h)

Tratamento	Entalpia (KJ/Kg^{-1} de ar seco)			ITU		
	H_1	H_2	H_3	H_1	H_2	H_3
T_1	55,12 b	58,08 c	51,66 c	41,07 b	43,75 c	42,64 b
T_2	60,61 a	64,19 a	68,04 a	44,39 a	47,61 a	49,87 a
T_3	56,18 b	61,36 b	64,56 b	40,44 b	45,88 b	48,03 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

Conforme apresentado na tabela, a entalpia referente ao tratamento do piso coberto com tapete inteiriço (T_2) foi 9,05% maior que o tratamento do piso coberto com maravalha (T_1) e 7,30% maior que o tratamento do piso coberto com tapete de borracha vazada durante todo o experimento. Já período da tarde (H_2) e noite (H_3) houve uma diferença significativa entre os três tratamentos, de forma que o tratamento do piso coberto com maravalha (T_1) apresentou menor entalpia. No período (H_1), os tratamentos do piso coberto por maravalha (T_1) e piso coberto por borracha vazada (T_3) não obtiveram diferença estatística entre si.

A análise das condições térmicas sob o ponto de vista da entalpia evidencia situação abaixo da zona de conforto térmico dos leitões, caracterizada por valores inferiores do limite comparado ao intervalo de zona de conforto térmico definido por Mostaço (2014) (68,40 a 91,20). Os valores de entalpia apresentados encontraram-se acima da faixa da zona de conforto térmico em comparação aos valores de entalpia (48 a 56) apresentados por Silva et al. (2012) em pesquisa realizada com leitões em fase de creche (35 dias). Os mesmos autores relatam que valores superiores à faixa de 56-80 indicam que os animais encontram-se em estado de alerta.

Segundo Bridi (2010), a zona de conforto térmico é definida como a faixa de temperatura ambiente ótima para o animal, sem que haja esforço mínimo termorregulatório, na tentativa de o animal se adaptar ao ambiente. Souza (2002) ressalta que o estresse térmico dos leitões gera uma queda imunológica do

organismo, deixando-os suscetíveis a doenças gastrintestinais, do sistema respiratório e diarreia suína, interferindo diretamente no crescimento e consequentemente causando perdas na produtividade (SOUZA, 2002).

Os valores de ITU apresentados pelos tratamentos mantiveram-se na tendência dos valores de entalpia, de maneira que o piso coberto por tapete inteiriço (T_2) manteve-se significativamente maior nos três períodos do dia em todo o período experimental, exceto no período da noite (H_3). Já o piso coberto por maravalha (T_1) apresentou-se significativamente menor em relação aos outros tratamentos, exceto no período da manhã (H_1).

Os valores de ITU caracterizaram-se dentro da faixa da zona de conforto térmico dos leitões de acordo com os autores: Hahn (1985), que considera os limites de ITU em condições não estressantes menor ou igual a 70; Sales et al. (2006) com valores de 61 a 65; e Lima et al. (2007) com valores de ITU menor ou igual a 75.

4.2 Comportamento dos animais

Para melhor discussão dos dados obtidos, os comportamentos foram agrupados da seguinte forma: comportamentos fisiológicos, comportamentos de manutenção (desconforto e conforto) e comportamentos sociais.

Segundo os autores Duojan et al. (2008), a análise comportamental dos leitões é uma técnica não invasiva, rápida e prática no estudo da identificação do bem-estar dos animais.

A identificação do bem-estar é um fator de grande importância na produtividade, de tal forma que animais fora da zona de conforto são incapazes de expressar todo o seu potencial genético e usufruir de todo o aporte nutricional oferecido (DUNCAN; FRASER, 1997; MORALES et al., 2013).

4.2.1 Comportamentos fisiológicos

Nessa categoria foram enquadrados os comportamentos de comer e mamar (Tabela 4).

Tabela 4 - Expressão dos comportamentos fisiológicos comendo e mamando, registrados na sala de maternidade nos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h)

Tratamento	Comportamentos Fisiológicos					
	Comendo			Mamando		
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃
T ₁	1,71 a	2,28 a	2,28 a	60,00 a	97,29 a	147,71 a
T ₂	2,57 a	4,57 a	5,42 a	59,14 a	107,86 a	172,86 a
T ₃	2,71 a	4,71 a	5,00 a	59,85 a	113,43 a	138,57 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (P>0,05) pelo teste Tukey.

Não houve diferenças significativas entre os resultados das variáveis fisiológicas (comendo e mamando). Observou-se durante todo experimento que parte dos animais, preferiram permanecer grande parcela do tempo mamando a realizar outros tipo de comportamento.

Assim como observado neste estudo, Sabino (2012) concluiu que leitões em fase de maternidade passam 47,49% do tempo “fora do escamoteador”, tempo este dividido em “mamando” (33,77%), “outras atividades” (18,28%), “interagindo” (0,35%), “comendo” (0,057%) e “bebendo” (0,047%).

Fraser (1998) também afirma, Em habitat natural os leitões chegam a mamar até trinta vezes ao dia. Nesta fase de maternidade, eles passam grande parte do tempo mamando/massageando o úbere da mãe.

4.2.2 Comportamento de manutenção (desconforto)

Os comportamentos de manutenção (desconforto) fora do escamoteador estão apresentados na Tabela 5: animais amontoados próximos à mãe (APM), animais amontoados longe da mãe (ALM) e animais encolhidos sozinhos fora do escamoteador (ENCOS1).

Tabela 5 - Expressão dos comportamentos de manutenção (desconforto): amontoados próximo à mãe (APM), amontoados longe da mãe (ALM) e encolhido sozinho (ENCOS1) fora do escamoteador, registrados na sala de maternidade nos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h)

Tratamento	Comportamentos de Desconforto								
	APM			ALM			ENCOS1		
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃
T ₁	22,71 a	47,14 a	71,00 a	15,57 a	42,85 a	68,43 a	7,00 a	17,28 a	23,00 a
T ₂	15,71 a	38,00 a	62,00 ba	8,42 ba	37,00 a	65,57, ba	4,14 a	10,71 a	19,71 b
T ₃	20,28 a	38,85 a	49,85 b	3,00 b	28,57 a	43,14 b	3,57 a	6,85 a	7,71 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (P>0,05) pelo teste Tukey.

No comportamento “amontoados próximo à mãe” (APM) os resultados não diferiram estatisticamente no período da manhã (H_1) e da tarde (H_2). Porém, no período da noite (H_3), o comportamento APM foi observado 29,78% mais vezes no tratamento do piso coberto por maravalha (T_1) quando comparado ao tratamento de piso coberto por borracha vazada (T_3) sendo significativamente maior a ele, e igual ao tratamento de piso coberto por borracha inteiriça (T_2).

O comportamento “amontoados longe da mãe” (ALM) apresentou diferença estatística entre os tratamentos do piso coberto por maravalha (T_1) e piso coberto por borracha inteiriça (T_3) nos períodos da manhã (H_1) e noite (H_3) de tal forma que os valores apresentados por T_1 foram maiores, do que os apresentados por T_3 e significativamente iguais ao tratamento de piso coberto por borracha inteiriça (T_2).

Nos períodos da manhã (H_1) e tarde (H_2) o comportamento “animal encolhido sozinho fora do escamoteador” (ENCOS1) não teve diferença significativa entre os tratamentos. No entanto, no período da noite (H_3) o comportamento ENCOS1 no tratamento do piso coberto por maravalha (T_1) foi significativamente maior quando comparado aos tratamentos do piso coberto por borracha inteiriça (T_2) e piso coberto por borracha vazada (T_3).

Ao observar os valores de contagem, verificou-se uma maior frequência dos comportamentos (APM, ALM, ENCOS1) no tratamento do piso coberto por maravalha (T_1). Algumas hipóteses podem justificar fato da frequência desses comportamentos como, por exemplo, a alta umidade do abrigo escamoteador observada pelo pesquisador durante o experimento e os valores de entalpia apresentados abaixo do limite da zona de conforto térmico (68,40 a 91,20) para leitões, caracterizando estresse por frio.

Segundo Sobestiansky et al., (1998) e Barros (2010), leitões fora da sua zona de conforto térmico que sofrem estresse por frio e buscam uma fonte de calor tendem a permanecer amontoados e/ou mais próximos à matriz, aumentando o risco de morte por esmagamento.

Na Tabela 6 apresentam-se os comportamentos de manutenção (desconforto) dentro do escamoteador: animais amontoados próximos à luz (APL), animais amontoados longe da luz (ALL) e animais encolhidos sozinhos dentro do escamoteador (ENCOS 2). E temos na Tabela 7 os comportamentos de manutenção

(desconforto): esticado sozinho fora do escamoteador (ES1), esticado sozinho dentro do escamoteador (ES2).

Tabela 6 - Expressão dos comportamentos de manutenção (desconforto): amontoados próximos à luz (APL), amontoados longe da luz (ALL) e encolhido sozinho (ENCOS2) dentro do escamoteador, registrados na sala de maternidade nos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h)

Tratamento	Comportamentos de Desconforto								
	APL			ALL			ENCO2		
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃
T ₁	14,00 a	15,57 a	15,71 a	15,85 a	15,85 a	16,42 b	5,42 a	6,28 a	7,85 a
T ₂	36,57 a	42,42 a	45,43 a	25,85 a	30,57 a	33,14 a	3,85 a	5,57 a	7,00 a
T ₃	25,71 a	30,00 a	15,71 a	19,28 a	23,85 a	25,57 ba	8,00 a	9,42 a	9,57 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (P>0,05) pelo teste Tukey.

Dentre os comportamentos apresentados na Tabela 6, os comportamentos “amontoados próximo à luz” (APL) e “encolhido sozinho” (ENCOS2) não tiveram diferenças significativas entre os tratamentos e períodos. Para o comportamento “amontoados longe da luz” (ALL), não houve diferença entre os tratamentos no período da manhã (H₁) e tarde (H₂) e, no período da noite (H₃), o tratamento do piso coberto com maravalha (T₁) se diferiu do tratamento com piso coberto com borracha inteiriça (T₂), de forma que a frequência do comportamento ALL foi 50,45% maior no tratamento T₂.

Observou-se durante o experimento que os animais do tratamento do piso coberto por tapete de borracha inteiriço (T₂) mantiveram-se a maior parte do tempo dentro do escamoteador, evidenciando o abrigo escamoteador como local de maior conforto. A alta frequência de manutenção desses animais dentro do abrigo escamoteador está diretamente ligada ao fato de que a entalpia apresentada no tratamento de piso coberto por tapete inteiriço (T₂) (60,61 ± 68,04) foi a mais próxima do intervalo da zona de conforto térmico para leitões na fase de maternidade (68,40 a 91,20), sugerido por Mostaço (2014).

Pandorfi et al. (2004), em estudos, avaliaram o comportamento de leitões em diferentes tipos de fonte de aquecimento em escamoteadores, constataram que os animais escolhem o local de manutenção de acordo com o nível de conforto térmico. Em temperaturas ambientes mais baixas os animais tendem a ficar mais próximos da fonte de calor, e em temperaturas mais altas os animais tendem a procurar ficar longe da fonte de calor e, dessa forma, através do comportamento, puderam concluir

que o piso térmico se mostrou mais eficiente com relação ao conforto térmico dos animais.

Na Tabela 7 apresentam-se os comportamentos de manutenção (desconforto): esticado sozinho fora do escamoteador (ES1), esticado sozinho dentro do escamoteador (ES2).

Tabela 7 - Expressão dos comportamentos de manutenção (desconforto): esticado sozinho fora do escamoteador (ES1), esticado sozinho dentro do escamoteador (ES2), registrados na sala de maternidade nos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h)

Tratamento	Comportamentos de Desconforto					
	ES1			ES2		
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃
T ₁	14,57 a	58,28 a	115,86 a	22,57 b	30,71 b	39,00 b
T ₂	6,71 b	50,00 ba	56,14 b	30,28 ba	50,00 a	66,57 a
T ₃	11,42 ba	27,57 b	70,29 b	34,71 a	55,71 a	67,85 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

No comportamento “animais esticados sozinhos fora do escamoteador” (ES1), o tratamento do piso coberto por maravalha (T₁) apresentou 53,94% maior frequência quando comparado ao tratamento de piso coberto por tapete de borracha inteiriço (T₂) no período da manhã (T₁). No período da tarde (H₂) houve uma diferença na frequência do comportamento ES1 entre o tratamento (T₁) ($\geq 52,69\%$) e o tratamento do piso coberto com tapete de borracha vazada (T₃), e no período da noite (H₃) o tratamento (T₁) diferiu-se significativamente dos demais tratamentos. Desta forma, evidencia-se uma maior frequência dos animais do tratamento do piso coberto por maravalha (T₁) fora do escamoteador no período H₃.

O comportamento de manutenção (desconforto) “animais esticados sozinhos dentro do escamoteador” (ES2) apresentou diferença significativa nos três períodos entre os tratamentos T₁, T₂ e T₃, de tal forma que os animais do tratamento T₁ mantiveram-se em menor frequência dentro do escamoteador em comparação ao tratamento T₃ ($\geq 65,02\%$) no período da manhã (H₁) e no período da tarde (H₂) e noite (H₃) comparado ao T₂ ($\geq 55,12\%$ e $\geq 57,47\%$, respectivamente).

Esse comportamento de manutenção (desconforto) esticado sozinho, segundo Mount (1968) e Xin (2002) leitões quando estão acima do limite da sua faixa de conforto térmico, expostos ao calor, tendem a apresentar esse tipo de comportamento, ficando lado a lado, espaçados ou sozinhos.

Sobestiansky et al., (1998) e Sabino (2008), afirmam que altas temperaturas no piso do escamoteador podem influenciar diretamente no conforto térmico dos animais, uma vez que leitões quando dentro do abrigo permanecem maior parte do tempo deitados, desta forma mantendo uma maior área para troca de calor entre o animal e o piso, causando desconforto, e reduzindo a frequência e tempo dos animais dentro do abrigo. Esta situação pode trazer riscos, de forma que leitões em estresse por frio em ambiente externo o abrigo, procuram fonte de calor junto da mãe, o que aumenta probabilidade de morte por esmagamento.

4.2.3 Comportamento de manutenção (conforto)

Os comportamentos de manutenção (conforto) foram representados pelas análises de: animais esticados sozinhos fora do escamoteador (ES1), animais esticados sozinhos dentro do escamoteador (ES2) e animais deitados uniformemente (U) (Tabela 8).

Tabela 8 - Expressão dos comportamentos de manutenção (conforto): uniforme (U), registrados na sala de maternidade nos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h).

Tratamento	Comportamentos de Conforto		
	U		
	H ₁	H ₂	H ₃
T ₁	5,85 a	7,00 a	9,00 a
T ₂	10,57 a	10,57 a	13,00 a
T ₃	12,71 a	12,71 a	12,71 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

Na análise do comportamento “uniforme”, não houve diferenças significativas entre os períodos e tratamentos estudados.

Segundo Mount (1968) e Xin (2002) leitões dentro da sua faixa de termoneutralidade tendem a ficar agrupados e leitões expostos ao calor ficam lado a lado, espaçados ou sozinhos.

4.2.4 Comportamento social

A análise do comportamento social dos animais foi realizada através dos comportamentos de interações dos animais, representados por animais interagindo fora do escamoteador (I1) e animais interagindo dentro do escamoteador (I2), conforme descrito na Tabela 9.

Tabela 9 - Expressão dos comportamentos social, animais interagindo fora do escamoteador (I1) e animais interagindo dentro do escamoteador (I2) registrados na sala de maternidade nos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h)

Tratamento	Comportamento Social					
	I1			I2		
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃
T ₁	51,00 a	89,14 a	111,57 a	13,00 b	20,28 a	22,14 a
T ₂	31,28 b	69,28 b	89,14 ba	19,85 ab	24,85 a	27,00 a
T ₃	37,14 ba	64,28 b	72,00 b	21,57 a	29,57 a	32,00 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

No comportamento de interação fora do escamoteador (I1), no período da manhã (H₁) o T₁ foi significativamente maior ao tratamento com piso coberto com tapete de borracha inteiriça (T₂), e no período da noite (H₃) foi significativamente maior que o tratamento de piso coberto por borracha vazada (T₃). No segundo período (H₂), o tratamento (T₁) foi significativamente maior que os demais tratamentos.

O comportamento de interação dentro do escamoteador (I2) não apresentou diferença estatística nos períodos da tarde (H₂) e da noite (H₃) entre os tratamentos. No período da manhã (H₁) o tratamento do piso coberto por tapete de borracha vazada (T₃) foi significativamente maior que o tratamento do piso coberto por maravalha (T₁).

Segundo Martendal (2009) e Maia et al. (2013) leitões a partir do décimo dia de idade permanecem maior parte do seu tempo em contato social, com outros leitões, interagindo, cheirando e fuçando o ambiente.

Nota-se que o comportamento de interação fora do escamoteador (I1) apresentou uma probabilidade de maior frequência em todos os períodos no tratamento do piso coberto com maravalha (T₁), e o comportamento de interação dentro do escamoteador (I2) tendeu-se a ser maior no tratamento do piso coberto com tapete de borracha vazada (T₃).

Segundo Petersen (1994) e Weary et al. (2008), leitões com aproximadamente 10 dias de idade começam a ficar mais independentes, e passam nessa fase a maior parte do tempo interagindo com os outros animais e explorando o ambiente, diminuindo gradativamente o contato com a matriz e criando independência social e alimentar ao ponto de não precisarem mais da mãe.

Ambientes monótonos, falta de substratos ou espaço insuficiente causam frustração dos leitões, o que pode levar como consequência à execução de comportamentos estereotipados (BRAGA et al., 2006).

Caldara et al., (2012), em um trabalho realizado com leitões, comparou o comportamento dos animais criados em cama sobreposta e piso de concreto, na fase de crescimento, e observou que o comportamento de escavação foi maior no tratamento dos animais alojados em baia com piso de concreto, isso porque o ato do animal de “cavar” engloba todo o comportamento “escavação”, seja ele em outro animal ou o ambiente, e dessa forma torna-se nítido um comportamento estereotipado, uma vez que os animais desse tratamento passaram maior parte do tempo cavando o ambiente e outros animais.

4.3 Avaliação fisiológica

O estado de bem-estar de um animal deve ser classificado a partir de uma avaliação em conjunto, como: características bioclimáticas, instalações, comportamento e fisiologia, além dos parâmetros zootécnicos, como ganho de peso, por exemplo (BROOM, 1991; DAWKINS, 2008).

A avaliação fisiológica foi realizada com base nas seguintes variáveis: temperatura auricular por infravermelho (°C), temperatura auricular termográfica (°C), analisadas a partir das imagens registradas por câmera termográfica, e temperatura ocular (°C) e lesões de membros anteriores e posteriores, com imagens também registradas por câmera termográfica (°C) e apresentadas na Tabela 10 e Tabela 11 respectivamente.

4.3.1 Avaliação fisiológica - Temperatura corporal

A avaliação fisiológica - temperatura corporal foi realizada com base nas análises das variáveis: temperatura auricular por infravermelho (°C), temperatura auricular termográfica (°C) e temperatura ocular (°C), analisadas a partir das imagens registradas por câmera termográfica e apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Temperatura auricular e ocular, registradas nos animais dos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado) nos três períodos (H₁ - 7:00h às 11:00h), (H₂ - 12:00h às 15:00h) e (H₃ - 16:00h às 18:00h)

Tratamento	Temperatura auricular - Infravermelho (°C)			Temperatura auricular termográfica (°C)			Temperatura ocular termográfica (°C)		
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃
T ₁	34,97 a	36,21 a	36,41 a	38,12 a	38,6 a	38,81 a	36,81 a	37,35 a	37,48 a
T ₂	35,54 a	36,00 a	36,47 a	38,72 a	38,47 a	38,41 a	37,33 a	37,22 a	37,38 a
T ₃	35,02 a	36,32 a	36,25 a	38,31 a	38,55 a	38,23 a	37,40 a	37,26 a	37,22 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (P>0,05) pelo teste Tukey.

As variáveis de temperatura auricular por infravermelho (°C), temperatura auricular termográfica (°C) e temperatura ocular (°C) não se diferenciaram estatisticamente entre os tratamentos durante todo o experimento.

Segundo Ferreira (2005), a temperatura corporal ideal para leitões do nascimento à terceira semana de idade está na faixa de 39,5 °C a 40,1 °C, e abaixo desse valor o animal tende a sofrer estresse térmico por frio.

Nota-se durante o experimento, assim como já evidenciado nos resultados de entalpia, que ao longo de todo o experimento os animais ficaram fora da sua faixa de zona de conforto térmico, gerando uma tendência ao quadro de estresse térmico por frio.

O estresse térmico nos leitões acarreta uma queda imunológica nos animais, deixando-os suscetíveis a doenças, tais como: doenças gastrintestinais, doenças do sistema respiratório e diarreia suína (SOUZA, 2002).

4.3.2 Avaliação fisiológica - Lesão

A Tabela 11 apresenta os resultados da avaliação fisiológica - lesão e foi realizada com base nas análises das variáveis: avaliação fisiologia - lesões de membros anteriores e posteriores com imagens registradas por câmera termográfica (°C)

As análises de lesões dos membros posteriores direito não apresentaram diferença entre os tratamentos no primeiro e segundo dia de avaliação, mantiveram-se estatisticamente iguais. Por sua vez, os membros posteriores esquerdos apresentaram uma diferença significativa no primeiro dia de avaliação, de forma que os animais do tratamento do piso coberto por tapete inteiriço (T₂) apresentaram uma temperatura significativamente maior na região quando comparada aos animais do tratamento do piso coberto por maravalha (T₁).

Tabela 11 - Temperatura dos membros anteriores e posteriores (direito e esquerdo), registradas nos animais dos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado), em dois diferentes dias (1° e 2° dia)

Tratamento	Membros anteriores				Membros posteriores			
	Direita		Esquerda		Direita		Esquerda	
	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°
T ₁	36,19 a	34,25 a	36,41 a	34,8 a	35,69 a	33,81 a	35,43 b	34,22 a
T ₂	36,61 a	34,04 a	36,98 a	34,4 a	36,33 a	33,63 a	36,50 a	34,02 a
T ₃	36,38 a	34,39 a	36,54 a	34,65 a	35,97 a	33,9 a	36,00 ba	34,02 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (P>0,05) pelo teste Tukey.

Nos demais resultados de lesões dos membros anteriores direito e esquerdo, no primeiro e segundo dia de avaliação, não foram diferentes entre os tratamentos. Podendo este resultado estar diretamente ligado ao fato de que diferentes materiais estudados ficam restritos apenas ao escamoteador, as demais áreas da gaiola são iguais a todos os tratamentos.

Fraser e Broom (1990) afirmam que instalações sem mínimas condições de bem-estar, além de provocarem distúrbios comportamentais nos leitões, podem provocar hematomas, feridas e fraturas expostas que favorecem a ação de patógenos e conseqüentemente causam problemas articulares e doenças infecciosas nessa fase. Desta forma, torna-se imprescindível uma rigorosa avaliação das variáveis influentes, como ambiente, nutrição, sanidade, reprodução e comportamento dos animais, diagnósticos de falhas na produção e posteriormente correção dos problemas.

Leitões artríticos apresentam andar difícil e claudicante (cujo grau varia com a localização e profundidade da lesão), postura anormal e também incapacidade de locomoção. As articulações tendem a aumentar de volume com a presença de exsudado, podendo ser seroso, sanguinolento ou purulento, e há aumento da temperatura local (GRACIANO et al., 2014).

As enfermidades do sistema locomotor trazem grandes perdas na produção, visto que os animais acometidos apresentam atraso no crescimento e desenvolvimento, aumento da taxa de natimortos e de morte de leitões durante a lactação, descarte precoce de produtores, gasto com medicamentos e mão de obra, sacrifício de animais na fase de terminação e descarte de carcaças em abatedores (SOBESTIANSKY et al., 1998).

Para a cicatrização de uma lesão, sendo ela traumática ou necrótica, é desencadeado um conjunto de eventos bioquímicos para a reparação dos danos teciduais, de modo que o tecido lesado seja substituído por um novo tecido conjuntivo vascularizado (LIMA et al., 2012; PANOBIANCO et al., 2012). Essa fase é caracterizada pelo aumento de presença de células inflamatórias no tecido cicatricial. No local há um aumento do fluxo sanguíneo, vasodilatação e consequentemente aumento da temperatura local (CARVALHO et al., 2002).

4.4 Índices zootécnicos

O índice de produtividade de uma criação está diretamente ligado ao bem-estar dos animais (MORALES et al., 2013).

Os resultados dos índices zootécnicos foram realizados com base nas médias das seguintes variáveis apresentadas na Tabela 12: peso inicial (P.I) (Kg), peso final (P.F) (Kg), ganho de peso por período (GPP) (Kg), conversão alimentar (C.A), índice de eficiência alimentar (%) e mortalidade (%).

Tabela 12 - Médias de peso inicial (P.I) (Kg), peso final (P.F) (Kg), ganho de peso por período (GPP) (Kg), conversão alimentar (C.A), índice de eficiência alimentar (%) e mortalidade (%) dos tratamentos T₁ (maravalha), T₂ (tapete inteiriço) e T₃ (tapete vazado)

Tratamento	P. I (Kg)	P. F (kg)	G.P.P (Kg)	C.A	I. E. A (%)	Mortalidade (%)	
						Esmagamento	Outros
T ₁	111,25	354,92	243,67	1,67	59,57	12	2
T ₂	75,46	250,94	175,48	2,05	48,65	1,9	3,9
T ₃	89,59	297,97	208,97	2,21	45,43	3,8	1,9

De acordo com os dados das análises apresentadas na Tabela 12, nota-se que os animais do tratamento do piso coberto por maravalha (T₁) nasceram e terminaram com maior peso, consequentemente, melhor média de ganho de peso no período, seguidos dos animais do tratamento piso coberto com tapete de borracha vazada (T₃) e piso coberto com borracha inteiriça (T₂).

Assim como as análises de ganho de peso por período, os animais do tratamento T₁ apresentaram melhor conversão alimentar comparada aos outros tratamentos. Os animais do tratamento T₂ tiveram um menor ganho de peso no período se comparados aos animais do tratamento T₃; em contrapartida, os leitões do tratamento T₂ obtiveram uma melhor conversão alimentar comparada ao tratamento T₃. Desta forma, os animais do tratamento T₁ apresentaram uma melhor

porcentagem de eficiência alimentar comparada aos demais tratamentos, seguidos do tratamento T₂ e T₃.

Segundo Mongold et al. (1967), leitões em fase de crescimento e terminação em condições ótimas ambientais na faixa de temperatura de 20°C tendem a apresentar melhor performance de crescimento em alimentação *ad libitum*, abaixo dessa temperatura, a taxa de conversão alimentar diminui em torno de 0,044/°C.

A porcentagem de mortalidade de leitões por esmagamento durante o experimento foi maior nos animais do tratamento T₁, seguidos dos tratamentos T₃ e T₂. Nota-se nas análises realizadas de comportamento uma maior frequência de leitões próximos à mãe no tratamento T₁, durante os três períodos estudados (H₁, H₂ e H₃), quando comparado aos demais tratamentos, seguido do tratamento T₃, nos períodos da manhã (H₁) e tarde (H₂), o segundo a manter maior frequência de animais próximos à mãe, que por sua vez apresentou segunda maior média de morte por esmagamento comparada aos outros tratamentos.

Em pesquisa, Machado Filho e Hotzel (2000) concluíram que a primeira semana de vida dos leitões na fase de maternidade é responsável por 70% da morte dos leitões na fase de maternidade, sendo 65% delas por esmagamento e 5% por inanição (devido a baixas temperaturas). Phillips e Piggins (1992), em pesquisa, afirma que os primeiros três primeiros dias de vida do leitão são a fase mais crítica de sobrevivência dos animais. A taxa de mortalidade quando a temperatura ambiente se encontra na faixa de 25 °C é de 6%, enquanto que a 10 °C a mortalidade vai para 31%.

Leitões em estresse térmico pelo frio geram grandes perdas na produção, diminuem a ingestão do colostro, procuram manter-se próximo à matriz em busca de fonte de calor, aumentando o número de mortes de leitões por esmagamento (SABINO et al., 2012).

5. CONCLUSÕES

Diante das condições conduzidas por esta pesquisa e pelos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- O tapete mostrou-se uma alternativa sustentável e eficiente na busca de melhorias pelo bem-estar dos animais por propiciar um melhor ambiente comparado ao uso de material convencional (maravalha) dentro dos escamoteadores.
- Mesmo sendo submetidos a um período constate de estresse por frio, os animais dos tratamentos com piso do escamoteador coberto por tapete de borra (vazado e inteiriço) apresentaram maior frequência de comportamentos dentro do escamoteador, evidenciando o tratamento com melhor conforto e fonte de calor aos demais locais da baia.
- Nos resultados apresentados nas análises fisiológicas (temperatura corporal e lesão) deve ser considerado que os diferentes materiais estudados ficaram restritos apenas ao escamoteador, mantendo-se as demais áreas da gaiola semelhantes a todos os tratamentos.
- A utilização do tapete (inteiriço e vazado) proporcionou melhorias na produção no índice de mortalidade por esmagamento.
- Durante o estudo, a troca da cama de maravalha, correspondente ao tratamento de piso coberto por maravalha, era feita conforme a necessidade (umidade). Os tratamentos do piso coberto por tapete não apresentaram qualquer tipo de evidência de acúmulo de umidade ou dejetos, não sendo necessário ser feita a troca do material no período experimental.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa abre novas possibilidades de se avaliar a utilização de tapete de borracha reciclável na produção de suínos. Inaugura possibilidades de estudo de novos designs de tapete e local de instalação, a fim de estabelecer um produto inovador e sustentável, tornando-o uma ferramenta rentável e eficientemente econômica na produção de suínos.

A presente pesquisa se mostra como uma importante fonte de dados para futuros estudos envolvendo a utilização do tapete de borracha reciclável como ferramenta de bem-estar na produção animal.

A caracterização descrita dos dados foi proveniente das respostas obtidas frente às condições a que os animais são submetidos na produção, o que releva o fato de as informações serem pertinentes ao estudo realizado.

REFERÊNCIAS

- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. Avicultura e Suinocultura do Brasil: Produção e Exportação; Previsões para 2015 e 2016. Dezembro de 2015. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/noticia/avicultura-e-suinocultura-do-brasil-producao-e-exportacao-previsoes-para-2015-e-2016-1478>. Acesso em: 12 de janeiro de 2016.
- ABREU, P. G.; SOUSA-JÚNIOR, V. R.; COSTA, O. A. D.; COLDEBELLA, A.; ABREU, V. M. N. Índices térmicos ambientais de creches de suínos com programas de iluminação nos períodos de inverno e verão. **XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA**, 2011.
- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. Aplicação do diagrama de avaliação de emergência como procedimento de dimensionamento de escamoteadores elétricos de suínos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, 2008, Aracaju. **Anais**. Aracaju: Sociedade Nordestina de Produção Animal: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008.
- ALBRIGHT, L. D. **Environment control for animals and plants**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan, 1990. 453 p.
- ALENCAR-JÚNIOR, V. P.; AQUINO, M.; CARARETO, R.; SOUSA, M. G. Avaliação do termômetro auricular em cães normotérmicos. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 35, Suplemento 2, p. 408-409, 2007.
- ALGERS, B.; UVNÄS-MOBERG, K. U. Maternal behavior in pigs. **Hormones and Behavior**, Skara v. 52, n. 1, p. 78-85, 2007.
- ANDRADE, H. S. **Pneus inservíveis: alternativas possíveis de reutilização**. 2007. 101f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- ANDERSEN, H. M.; JORGENSEN, E.; DYBKJAER, L.; JORGENSEN, B. Te ear skin temperature as na indicator of the thermal comfort of pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, NL, n. 113, p. 43-56, 2008.
- ARAUJO, 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**, Ondina, v. 12, p. 758-769, 2011.
- ASHRAE, 1985: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals SI Edition.
- AZEVEDO, M. de et al. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras ½, ¾ e 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **R. Bras. Zootec.**, Rio do Sul v. 34, n. 6, p. 2000 –2008, 2005.

BARROS, P. C.; OLIVEIRA, V.; CHAMBÓ, E. D.; SOUZA, L. C. Aspectos práticos da termorregulação em suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 114, v. 7, n. 3, p. 1248-1253, 2010.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. 2ª ed. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.

BALSBAUGH, R. K.; CURTIS, S. E.; MEYER, R. C.; NORTON, H. W. Cold resistance and environmental temperature preference in diarrheic piglets. **J. Anim. Sci**, Bethesda, v. 62, p. 315-326, 1986.

BASILE, R. C.; BASILE, M. T.; FERRAZ, G. C.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. Equine inflammatory process evaluation using. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal v.2, p. 077-081, 2010.

BORTOLOZZO, F. P. et al. **Estratégias de redução do catabolismo lactacional manejando a ambiência na maternidade**. **MEATWORD**: O Mega Portal da Produção de carne Brasileira [site]. 20 set. 2011. Disponível em: <<http://http://www.meatworld.com.br/artigos/post/estrategias-de-reducao-do-catabolismo-lactacional-manejando-a-ambiencia-na-maternidade>>. Acesso: em 21 de novembro de 2015.

BOERE, V.; MAZZOTTI, G. A. Comparação entre a temperatura retal e a temperatura da membrana timpânica em gatos (*Felis catus*) normotérmicos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 10, n. 3, p. 961-966, 2009.

BRAMBELL COMMITTEE. **Command Paper 2836**: Report of the Technical Committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. Londres: Her Majesty's Stationery Office, 1965. 84p.

BRAGA, D. P.; DEL'ARCO, A. E.; DIAS, R. C. Condenação de carcaças suínas por caudofagia em frigorífico sob Inspeção Federal no município de Concórdia. **Acta Scientiae Veterinariae**, Santa Catarina, v. 34, n. 3, p. 319-323, 2006.

BRIDI, A. M. **Instalações e ambiência em produção animal**. 2006. Disponível em:<http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoesAmbien
ciaemProducaoAnimal.pdf>. Acesso em: setembro de 2015.

BRIDI, A. M. **Adaptação e aclimação animal**. 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoAclimatacaoAnimal.pdf>. Acesso em: 8 de maio de 2016.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, Londres, v. 142, p. 524-526, 1986.

BROOM, D. M. Animal Welfare: concepts and measurements. **Journal of Animal Science**, Champaign v. 69, p. 4167-4175, 1991.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 2, p.1-11, 2004.

BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; NIENABER, J. A. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 71, p. 253-260, 2001.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; HATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions American Society Agricultural Engineer**, Union City, v. 24, p. 711-4, 1981.

CAMPOS, J. A. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. *Revista Ceres Viçosa*, v. 55, n. 3, p. 187-193, mai/jun. 2008.

CALDARA, Fabiana R. et al. Behavior, performance and physiological parameters of pigs reared in deep bedding. **Eng. Agríc.** [online]. vol. 32, n. 1, p. 38-46, 2012. ISSN 0100-6916. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000100005>. Acesso em: 20 junho 2016 .

CARVALHO, C. M. C. et al. **Bem-estar na suinocultura**. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO_193.pdf>. Acesso: em: 21 de outubro de 2015.

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.

CAVALCANTI, S. S. Estudo da natimortalidade em suínos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 3, p.9-19, 1973.

CETINKAYA, M. A.; DEMIRUTKU, A. Thermography in the assessment of equine lameness. **Turk J Vet Anim Sci**, Turkey v. 36, n. 1, p. 43-48, 2012.

CHARETTE, R.; MARTINEAU, G.-P.; PIGEON, C. et al. Na outbreak of granulomatous lymphadenitis due to *Mycobacterium avium* in swine. **Ca. Vet. J.**, co, v. 30, p. 675–678, 1989.

CLUTTON-BROCK, J. **A natural history of domesticated mammals**. Cambridge University Press, 1999.

CORRÊA, É. K. **Avaliação de diferentes tipos de cama na criação de suínos em crescimento e terminação**. 1998. 105p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.

CROSS, G. M.; EDWARDS, M. J. The detection of arthritis in an abattoir and its public health significance. **Australian Veterinary Journal**, Artaman, v. 57, p. 153-158, 1981.

COSTA, O. A. D; OLIVEIRA, P. A. V.; HOLDEFER, C.; LOPES, H. J. C.; SANGOI, V. **Sistema alternativo de criação de suínos em cama sobreposta para agricultura familiar**. EMBRAPA, Comunicado Técnico, março, 2006.

COUTINHO, G. S. **Bem-estar de suínos na maternidade** - Revisão de Literatura. 2013. 32p. Monografia de Conclusão de Curso (Bacharel em Medicina Veterinária) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Minas Gerais, 2013.

COOK, N. J.; SCHAEFER, A. L.; WARREN, L.; BURWASH, L.; ANDERSON, M.; BARON, V. Adrenocortical and metabolic responses to ACTH injection in horses: na Assessment by salivar cortisol and infrared thermography of the eye. (Abstract). **Canadian Journal f Animal Science**, v. 81, p. 621, 2001.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames : The Iowa State University, 1983. 409p.

DAWKINS, M. S. The Science of Animal Suffering. **Ethology**, Berlin, v. 114, p. 937–945, 2008.

DALLA COSTA, O. A.; LUDKE, J. V.; COSTA, M. J. R. P. Aspectos econômicos e de bem-estar animal no manejo dos suínos da granja até o abate. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS – AVESUI, 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, p. 1-25, 2005.

DONZELES I. F. L.; SILVA, F. C. O. S.; OLIVEIRA, G. M.; FERREIRA, A. S.; PEREIRA, C. M. C.; CAMPOS, P. F. Bem-estar, comportamento e desempenho de porcas lactantes por 28 dias alojadas em diferentes tipos de maternidades no verão. SEMINARIO DE INICIAÇÃO CIÊNTIFICA E TÉCNOLOGICA, Belo Horizonte. **Resumo expandido**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010.

DUNCAN, I. J. H.; FRASER, D. Understanding animal welfare. In: APPLEBY, M. C.; HUGHES, B. O. **Animal welfare**. Londres: Ed. Cab International, 1997, p. 19-31.

DÜPJAN, S.; SCHÖN, P.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; MANTEUFFEL, G. Differential vocal responses to physical and mental stressors in domestic pigs (*Sus scrofa*). **Applied Animal Behaviour Science**, v. 114, p. 105-115, 2008

EDDY, A. L.; VAN HOOOGMOED, L. M.; SNYDER, J. R. The role of thermography in themanagement of equine lameness. **The Vet J**, Davis, v. 162, p. 172-181, 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves (CNPISA), 2003. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica Jan/2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves> . Acessado em: 10 de maio de 2015.

ENGLISH, P. R. Improving piglet survival, growth to weaning and post weaning performance. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 3., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], p. 17-36, 1998.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Westport: Avi, 1982. 325p.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3^a ed. Londres: Baillière Tindall, 1990. 437 p.

FRASER, D.; MILLIGAN, B. N.; PAJOR, E. A.; PHILLIPS, P. A.; TAYLOR, A. A.; WEARY, D. M. Behavioural perspectives on weaning in domestic pigs. **Progress in Pig Science**. Nottingham Univ. Press, Nottingham, p. 121–140, 1998.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (FAWC). **Farm Animal Welfare Council: Report on priorities for animal welfare research and development**, Londres, 1993. 27p.

FRITSCHEN, R. D.; CUNNINGHAM, P.J. Effects os slatted floor type and soil on fot characteristics in swine. (Abstr.) **J. Anim. Sci.**, Champaing, Ill., v. 37, n.1, p. 244, 1973.

FERNANDES, H. C. et al. Efeito do aquecimento e resfriamento de pisos no desempenho de matrizes e leitões. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 701-709, nov/dez. 2011.

FERREIRA, R. A; **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FERREIRA, R. A.; CHIQUIERI, J.; MENDONÇA, P. P.; MELO, T. V.; CORDEIRO, M. D.; SOARES, R. T. R. R. N. Comportamento e parâmetros fisiológicos de leitões nas primeiras 24 horas de vida. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1845-1849, 2007.

FERREIRA, R. A. **Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos**, 2000. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/abraves-sc/pdf/Memorias2000/1_RonyFerreira.pdf- Acesso em: 16 de janeiro de 2015.

FILIPPSSEN, L. F.; LEITE, D. M. G.; SILVA, A.; VARGAS, G. A. Prevalência de doenças infecciosas em rebanho de suínos criados ao ar livre na região sudoeste do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 209-302, abril/2001.

GAJEWCZYK, P. The effect of domestication, breed and systems of management on skeletal system, and some physical and chemical characteristics of the bones in sows. **Pig news and Information**, v. 4, p.15-18, 1983.

GLOSTER, J.; EBERT, K.; GUBBINS, S. et al., Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection. **BMC Veterinary Research**, Reino Unido, v. 7, p. 1746-6148, 2011.

GRACIANO, D. E.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R. et al. Identificação de artrite em suíno utilizando imagem termográfica. *Boletim de Indústria Animal (Online)* 71: 58-

62. IUPS Thermal Commission. 2001. Glossary of terms for thermal physiology. **The Japanese Journal of Physiology**, Inba, v. 51, p. 245-280, 2014.

GREENES, D. S.; FLEISCHER, G. R. When body temperature changes, does rectal temperature lag? **Journal of Pediatric**, v. 144, p. 824-826, 2004.

GREER, R. J.; COHN, L. A.; DODAM, J. R.; WAGNER-MANN, C. C.; MANN, F. A.. Comparison of 3 methods of temperature measurement in hypothermic, euthermic, and hyperthermic dogs. **J Am Vet Med Assoc.**, Bethesda v. 230, p. 1841–1848, 2007.

HAHN, G. L. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: YOUSEF, M. K. (Ed.). **Stress physiology in livestock**. v. 2. CRC Press: Boca Raton, 1985, p. 284-294.

HARVEY, R. G.; HARARI, J.; DELAUCHE, A. J. **Doenças do ouvido de cães e gatos**. Rio de Janeiro: Revinter, 2004. 272 p.

HILL, M. Skeletal system and feet. In: LEMAN, A.; STRAW, B.E.; MENGELING, W.L.; D'ALLAIRE, S.; TAYLOR, D.J. (Eds.). **Diseases of swine**. 7^a ed. Iowa: Iowa State University Press, 1992, p.163-195.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Revista de Etologia**, São Paulo, v. 6, p. 3-15, 2004.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P.; WOLF, F. M.; DALLA COSTA, O. A. Behaviour of sows and piglets reared in intensive outdoor or indoor systems. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 86, n. 1-2, p. 27-39, 2004.

HÖTZEL, M. J.; MARTENDAL, A.; SOMMAVILLA, R.; DALLA COSTA, O. A. O desenvolvimento do comportamento ingestivo e social de leitões lactentes. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 8 p.

HURLEY, W. L. Mammary gland growth in the lactating sow. **Livestock Production Science**, Urbana, v. 70, p. 149-157, 2001.

IBGE - Estatística da Produção Pecuária - Junho de 2014. Disponível em: http://ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/a-bate-leite-couro-ovos_201401_publ_completa.pdf. Acesso em: 4 de dezembro 2014.

JACOB, Flavia G. et al. The use of infrared thermography in the identification of pododermatitis in broilers. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 253-259, abr. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010069162016000200253&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 7 de junho de 2016.

JARVIS, S.; MOINARD, C.; ROBSON, S. K.; SUMNER, B. E. H.; DOUGLAS, A. J.; SECKL, J. R.; RUSSELL, J. A.; LAWRENCE, A. B. Effect of weaning age on the behavioural and neuroendocrine development of piglets. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 110, p. 166-181, 2008.

JENSEN, P.; RECÉN, B. When to wean – observations from free-ranging domestic pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, Skara v. 23, p. 49-60, 1989.

JUNIOR, T. Y. Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem-estar animal x clima. **Infobibos**: Informações Tecnológicas, 2006. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/ITBA/Index.htm. Acesso em: 21 de dezembro de 2014.

KAHN, M. A.; LEE, H. J.; LEE, W. S.; KIM, H. S.; KIM, S. B.; KI, K. S.; HA, J. K.; LEE, H. G.; CHOI, Y. J. Pre- and Postweaning Performance of Holstein Female Calves Fed Milk Through Step-Down and Conventional Methods. **Journal of Dairy Science**, Republic of Korea v. 90, p. 876– 885, 2007.

KAMMERSGAARD, T. S.; PEDERSEN, L. J.; JØRGENSEN, E. 2011. A hipotermia em leitões recém-nascidos: Interações e causas das diferenças individuais. **J. Anim. Sci.**, 89, p. 2073-2085, 2011. doi: 10, 2527 / jas.2010-3022

KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds). **Handbuch der klimatologie**. Berlim: Gebrüder Borntraeger, 1936, cap. 1, p.1–44.

KUNKLE, G. A.; NICKLIN, C. F.; SULLIVAN-TAMBOE, D. L. Comparison of body temperature in cats using veterinary infrared thermometer and a digital rectal thermometer. **Journal of American Animal Hospital Association**, Gainesville, v. 40, p. 42-46, 2004.

LEAL, P. M.; NÃÃS I. A. Ambiência animal. In: CORTEZ, L. A. B.; MAGALHÃES, P. S. G. (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas, SP: Unicamp. 1992. p.121-135.

LIMA, K. A. O.; MOURA, D. J.; NAAS, I. A.; PERISSINOTTO. Estudo da influência das ondas de calor sobre a produção de leite no Estado de São Paulo. **Bio Eng**, Campinas, v. 1, p. 70-81, 2007.

LIMA, R. O. L.; RABELO, E. R.; MOURA, V. M. B. D.; SILVA, L. A. F.; TRESVENZOL, L. M. F. Cicatrização de feridas cutâneas e métodos de avaliação. Revisão de literatura. **Revista CFMV**, São Paulo, Ano XVIII, 56, p. 53-59, 2012.

LIPPKE R.T. et al. Monitoria sanitária em suinocultura. **Acta Scientiae Veterinariae**, Rio Grande do Sul, 37 (Supl 1): s133-s146, 2009.

LOPEZ, A. C.; SOBESTIANSKY, J.; COIMBRA, J. B. S. et al. Lesões nos cascos e claudicações em suínos. **Boletim Informativo EMBRAPA – CNPSA e EMATER**. Porto Alegre (RS), n.10, p. 29, 1997.

LUDTKE, C.; CALVO, A. V.; BUENO, A. D. Bem- estar (BEA) aplicado a produção de suínos. In: Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Produção de suínos - Teoria e prática**. Brasília, cap. 4, 2014. 908p.

MAIA, A. P. A.; SARUBBI, J.; MEDEIROS, B. B. L.; MOURA, D. J. Enriquecimento ambiental como medida para o bem-estar positivo de suínos (Revisão). *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas*, Santa Maria, v.14, n.14, p.2862-2877, 2013.

MARIAK, Z.; WHITE, M. D.; LYSON, T.; LEWKO, J. Tympanic temperature reflects intracranial temperature changes in humans. **Journal of Pflügers Archives**, Bialystok, v. 446, n. 2, p. 279-284, 2003.

MAPSTONE, R. Ocular thermography. **British Journal Ophthalmology**, Liverpool v.54, p. 751-754, 1970.

MACHADO FILHO, L. C. P.; HOTZEL, M. J. **Bem-estar dos suínos**. Disponível em: v<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais000_9_machado.pdf. Acesso em: 2 de outubro de 2014.

MACHADO, N. S.; TINÔCO, I. F. F.; ZOLNIER, S.; MOGAMI, C. A.; DAMASCENO, F. A.; ZEVIANI, W. M. Resfriamento da cobertura de aviários e seus efeitos na mortalidade e nos índices de conforto térmico. **Nucleus**, Viçosa v.9, n. 2, p. 59 – 73, out.2012.

MACHADO FILHO, L. C. P.; HÖTZEL, M. J. Bem-estar dos suínos. Em: V Seminário internacional de suinocultura. **Anais...** Gessuli. São Paulo, p. 70-82. 2000.

MARTENDAL, A.; HÖTZEL, M.J.; SOMMAVILLA, R.; LEITE, S.A.; DALLA COSTA, O.A.; MACHADO FILHO, L.C.P. Comportamento de leitões criados ao ar livre: diferenças raciais. *Rev. Bras. De Agroecologia*, v. 4 , p.1143-1146, 2009.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; PINHEIRO, M. G.; SILVA, S. L.; ROMA JÚNIOR, L. C. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 24, p. 263-273, 2004.

MCGLONE, J. J. Farm animal welfare in the context of other society issues: toward sustainable systems. **Livestock Production Science**, Lubbock, v. 72, n.1-2, p.75-81, 2001.

McINERNEY, J. P. **Animal Welfare, Economics and Policy**. 2004. Disponível em: <<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130402151656/http://archive.defra.gov.uk/evidence/economics/foodfarm/reports/documents/animalwelfare.pdf>>. Acesso em: 2 de julho de 2015.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H. **Bioclimatologia animal**. Disponível em: <<http://www.iz.ufrrj.br/.../apostila%20de%20Bioclimatologia%20I.pdf>>. Acesso em 22 de junho de 2016.

MENCH, J. A. Assessing animal welfare: An overview. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Georgetown, v. 6, p. 68-75, 1993.

MENDES, A. S. **Efeito do manejo da ventilação natural no ambiente de salas de maternidade para suínos**. 2005. 107p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005..

MILON, A.; AUMAITRE, A.; LE DIVIDICH, J.; FRANTZ, J.; METZGER, J. J. Influence of birth prematurity on colostrum composition and subsequent immunity of piglets. **Ann. Rech. Vet**, 14, p. 533-550, 1983.

MONGOLD, D. W.; HAZEN, T. E.; HAYS, V. W. Effect of air temperature on performance of growing-finishing swine. **ASAE**, St. Joseph 10(3), p. 370-375, 1967.

MORALES, O. E. S.; GONÇALVES, M. A. D.; STORTI, A. A.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Effect of Different Systems for the Control of Environmental Temperature on the Performance of Sows and Their Litters. **Acta Scientiae Veterinariae**, Rio Grande do Sul, 41, p. 1111- 1118, 2013.

MOURA, D.J. Ventilação na suinocultura. In: Silva, I. J. O (Ed.) **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. p.149-179.

MOUNT, LE. The metabolic rate of the new-born pig in relation to environmental temperature and to age. **J Physiol**, Set 2; 147, p. 333-345, 1959.

MOUNT, L. E. **The climate physiology of the pig**. Baltimore: Williams & Welkins, 1968. 271 p.

MONTICELLI, C. **Manejo e aquecimento complementar garantem desempenho de aves e suínos**, 2002. Disponível em: < www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/manejo-e-aquecimento-complementar-garantem-desempenho-de-aves-e-suinos> Acesso em: 16 de novembro de 2016.

MORÉS, N.; PIEROSAN, R.; AMARAL, A. L.; BARIONI JÚNIOR, W. Fatores de risco associados com artrites em suínos de abate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, p. 528- 532, 2003.

MOSTAÇO, G. M. **Determinação da temperatura retal e frequência respiratória de suínos em fase de creche por meio da temperatura da superfície corporal em câmara climática**. 2014. (112 p.) Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

MURPHY, K. M. A review of techniques for the investigation of otitis externa and otitis media. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 16, p. 236-241, 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096286701800426>>. Acesso em: 15 de julho de 2016.

NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; NEVES, D. P.; NASCIMENTO, G. R.; VERCELLINO, R. A. Broiler surface temperature distribution of 42-day old chickens. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 497- 502, 2010.

NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; CAMARGO, J. R.; MEDEIROS, S. R. R. Caracterização do microclima dos diferentes layouts de caixas no transporte de ovos férteis. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 327–332, 2013.

NETO, J. C. L. **Considerações sobre a cicatrização e o tratamento de feridas cutâneas em equinos em 2003**. Online. Disponível em: <http://br.merial.com/pdf/arquivo8.pdf> Acesso em: 20 de junho de 2016.

NETO, G. O; LUIZ, E. C; VENDRAMETTO, O. Vantagens econômicas e ambientais na reciclagem de poliuretano em uma empresa de fabricação de borracha Exacta., São Paulo, vol. 8, núm. 1, p. 65-80, 2010.

OLIVEIRA, P. A. V. **Comparaison des systèmes d'élevage des porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral**. 1999. 272p. PhD (Sciences de l'environnement). No : 99–24, D-32, l'ENSA de Rennes, França, 1999.

OLIVEIRA, P. A. V.; NUNES, Maria. L. A. **Sustentabilidade ambiental da suinocultura**. Embrapa, 2005.

RODRIGUES, V. C. et al. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal Biometeorology**, Berlim, v. 55, n. 3, p. 455-459, Jul. 2010.

PANDORFI, H. **Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise da imagem e identificação eletrônica**. 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PANDORFI, H.; Silva, I. O.; Moura, D. J.; Sevegnani, K. B. Análise de imagem aplicada ao estudo do comportamento de leitões em abrigo escamoteador. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 24, n. 2, p. 274-284, 2004.

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**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 99-106, 2005.

PANOBIANCO, M. S.; SAMPAIO, B. A. L; CAETANO, E. A.; INOCENTI, A.; GOZZO, T. O. Comparação da cicatrização pós-mastectomia entre mulheres portadoras e não-portadoras de diabetes mellitus. **Rev. Rene**, Ribeirão Preto, 11, p. 15-22, 2012.

PASCOE, D. D.; MERCER, J. B.; WEERD, L. Physiology of thermal signs. In: DIAKIDES, N. A.; BRONZINO, J. D. **Medical infrared imaging**. CRC Press, 61 - 65, 2008.

PEREIRA, C. Z.; PASSOS, A. A. Informe técnico: cuidados especiais. **Revista Suinocultura Industrial**, [S.l.], n. 134, set. 1998

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, SC [Anais], Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 1985

PERDOMO, L. C. **Avaliação de sistemas de ventilação sobre o condicionamento ambiental e o desempenho de suínos na fase de maternidade**. 1995. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

PETERSEN, V. The development of feeding and investigatory behavior in free-ranging domestic pigs during their first 18 weeks of life. **Applied Animal Behaviour Science**, Frederiksberg v. 42, p. 87-98, 1994.

PETERSEN, V.; SIMONSEN, H. B.; LARTEY, G. L. The effect of environmental stimulation on the development of behaviour in pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, Frederiksberg v. 45, p. 215-224, 1995.

PHILLIPS, C.; PIGGINS, D. **Farm Animals and the Environment**. Cambridge, Cambridge University, 1992, 430p..

PIFFER, I. A.; PERDOMO, C. C.; SOBESTIANSKY, J. et al. Efeito de fatores ambientais na ocorrência de doenças. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L. A. C. **Suinocultura intensiva**. Brasília: EMBRAPA, 1998, p. 255-274.

PINHEIRO, J.V. A pesquisa com bem estar animal tendo como alicerce o enriquecimento ambiental através da utilização de objeto suspenso no comportamento de leitões desmamados e seu efeito como novidade. 2009.65p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

POLETTTO, R. **Bem-estar animal**. Suíno.com, Tangará, 5 abr. 2010. Série especial bem-estar animal por Rosangela Poletto. 2010. In: http://www.suino.com.br/SanidadeNoticia.aspx?codigoNot=z_SoHh5f8w90=&title=SERIE+ESPECIAL:+BEM Acesso em: 28 de agosto de 2015.

PROTOLAB - Laboratório de Propriedades Termofísicas e Prototipação. Tabela de condutividade térmica de materiais de construção. Disponível em: <<http://www.protolab.com.br/Tabela-Conductividade-Material-Construcao.htm>> Acesso em: 6 de janeiro de 2017.

RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, Suisse, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2010.

ROLLIN, B. E. **Farm animal welfare: social, bioethical, and research issues**. Iowa State University Press: Ames, 1995, 168 p.

RURAL CENTRO. Pneus gigantes viram bebedouros para gado. Disponível em: <http://ruralcentro.uol.com.br/analises/pneus-gigantes-viram-bebedouros-para-gado-4517>. Acesso em: 15 de abril de 2017.

SABINO, L. A.; ABREU, P. G.; JUNIOR, V. R. J.; ABREU, V. M. N.; LOPES, L. S. Comparação de dois modelos de escamoteadores sobre o desempenho dos leitões. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Diamantina, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2012.

SALES, G. T.; FIALHO, E. T.; YANAGI JUNIOR, T.; FREITAS, RILKE T. F. de; TEIXEIRA, V. H.; DAMASCENO, F. A. Influência do ambiente térmico no desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. In: XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Anais..., João Pessoa – PB. 2006.

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

SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; CHURCH, J. S. et al. The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. **Veterinary Science**, Alta, v. 83, p. 376-384, 2008.

SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; BENCH, C. et al. The noninvasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. **Research in Veterinary Science**, Alberta, v. 93, p. 928-935, 2012.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Sci. Agric.** Piracicaba v. 51, n. 1, p. 1-7, 1994.

SILVA, W. T.; MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A.; MENDES, A. S.; LIMA, K. A. O. Estimativa de bem-estar de leitões utilizando a visão computacional. **Revista Brasileira de Agroinformática**, v. 6, p. 79-89, 2004.

SILVA M. A. N. et al. May/June 2007. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. R. Bras. Zootec. vol.36, no.3, p.652-659.

Silva-Miranda, Kesia O. da et al. **Efeito das condições ambientais no nível de ruído emitido por leitões**. *Eng. Agríc.*, Jun 2012, vol.32, no.3, p.435-445.

SILVA-MIRANDA, K. O. da; BORGES, G.; MENEGALE, V. L. de C.; SILVA, I. J. O. da. Efeito das condições ambientais no nível de ruído emitido por leitões. **Eng. Agríc.** [online]. vol. 32, n. 3, p. 435-445, 2012, ISSN 0100-6916. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000300003> Acesso em: 20 de abril de 2017.

SMITH, W. J.; ROBERTSON, A. M. Observations on injuries to sows confined in part slatted stalls. **Veterinary Records**, v. 89, p. 531-533, 1971.

SOBESTIANSKY, J.; MORAES, N.; WENTZ, I.; MORENO, A. M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. In: SOBESTIANSKY, J. R.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTE, L. A. C. **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: EMBRAPA, SPI, Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1998. Cap.7, p.135-161.

SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. E. S. N. Lesões nos cascos. In: _____ (Eds). **Doenças dos suínos**. Goiânia: Cânone, 2007, p.439-447.

STEWART, M.; WEBSTER, J. R.; STAFFORD, K. J. et al. Technical note: Effects of an epinephrine infusion on eye temperature and heart rate variability in bull calves [Abstract]. **Journal of Dairy Science**, New Zealand, v. 93, p. 5252-5257, 2010.

SCOTT, S. L.; SCHAEFER, A. L.; TONG, A. K. W.; LACASSE, P. Use of infrared thermography for early detection of mastitis in dairy cows. **American Society Animal Science. Proceedings**. Winnipeg, MB, v.91, n 11, P 4244-4248, 2000.

STUDNITZ, M.; JENSEN, M. B.; PEDERSEN, L. J. Why do pigs root and in what will they root?: A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. **Applied Animal Behaviour Science**, 107, p. 183-197, 2007.

SOUZA, P. **Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno**. 2002. 117p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

STEWART, M.; STOOKEY, J. M.; STAFFORD, K. J. et al. Effects of local anesthetic and a non-steroidal anti-inflammatory drug on pain responses of dairy calves to hot-iron dehorning [Abstract]. **Journal of Dairy Science** New Zealand, v. 92, p. 1512-1519, 2009.

TAN, J.H.; NG, E.Y.K.; ACHARYA, U.R. et al. Infrared thermography on ocular surface temperature: a review. **Infrared Physics & Technology**, p.97-108, 2009.

THOM, E. C. Cooling degrees - days air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the ASAE**, Washington, v. 55, p. 65-72, 1958.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, Washington, v. 12, n. 2, p. 57-59, 1959.

TITTIGER, F.; ALEXANDER, D. C. Studies on the bacterial flora of condemned portions from arthritic hogs. **Canadian Journal of Comparative Medicine**, v. 35, p. 244-248, 1971.

TORREY, S., DEVILLERS, N., LESSARD, M., FARMER, C., WIDOWSKI, T.. Effect of age on the behavioral and physiological responses of piglets to tail docking and ear notching. **J. Anim. Sci.**, 87, p. 1778-1786, 2009.

TURNER, T. A. Thermography: Use in equine lameness. In: ROSS, M. W.; DYSON, S. J. **Diagnosis and management of lameness in the horse**. Ed Saunders, 2003, p. 236-239

VALERA, M.; BARTOLOMÉ, E.; SÁNCHEZ, M. J.; MOLINA, A.; COOK, N.; SCHAEFER, A. I. 438 Changes in eye temperature and stress assessment in horses during show jumping 439 competitions. **Journal of Equine Veterinary Science**, 32, p. 827-830, 2012.

WATTANAKUL, W.; BULMAN, C. A.; EDGE, H. L.; EDWARDS, S. A. The effect of creep escamoteador feed presentation method on feeding behaviour, intake and performance of suckling piglets. **Applied Animal Behaviour Science**, Lelystad v. 92, p. 27-36, 2005.

WEARY, D. M.; JASPER, J.; HÖTZEL, M. J. Understanding weaning distress. **Applied Animal Behaviour Science**, Vancouver, v. 110, p. 24-41, 2008.

WESCHENFELDER, A. V.; SAUCIER, L.; MALDAGUE, X.; ROCHA, L. M.; SCHAEFER, A. L.; FAUCITANO, L. F.. Use of infrared ocular thermography to assess physiological conditions of pigs prior to slaughter and predict pork quality variation. **Meat Science**, Sherbrooke, 95, p. 616-620, 2013.

WHITE, P. D. Medical management of chronic otitis in dogs. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, Trenton, v. 21, n. 8, p. 716-727, 1999.

WHITE, M. Pig Health - Joint ill in piglets. NADIS, Animal Health Skill, Reino Unido, 2016. Disponível em: <http://www.nadis.org.uk/bulletins/joint-ill-in-piglets.aspx>. Acesso em: 20 de janeiro de 2017.

WIEDEMANN, G. G. S.; SCALON, M. C.; PALUDO, G.; BOERE, V. Comparison between tympanic and anal temperature with a clinical infrared rays thermometer in dogs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 4, p. 503-505, 2006.

WOLOSZIN, N. **Procedimentos básicos para a produção de suínos nas fases de reprodução, maternidade e creche**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005.

WRIGHT, A. I.; OSBORNE, A. D.; PENNY, R. H. C. et al. Foot-rot in pigs: experimental production of the disease. **Veterinary Records**, v. 90, p. 93-99, 1972.

YANAGI JUNIOR, T. **Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem-estar animal x clima**. 2006. Artigo disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/ITBA/Index.htm>. Acesso em: 27 de junho de 2016.

YARNELL, K.; HALL, C.; BILLETT, E. Na assessment of the aversive nature of an animal 451 management procedure (clipping) using behaviour and physiological measures. **452 Physiology & Behaviour**, 188, p. 32-39, 2013.

YOUNG, H.D. **University Physics**. 7^a Ed. Addison Wesley, 1992.

XIN, H; SHAO, J. Real-time assessment of swine thermal comfort by computer vision. In: WORLD CONGRESS OF COMPUTERS IN AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES, 2, 2002, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: American Society of Agricultural Engineers, p. 362-369, 2002.

ZHANG, Q.; XIN, H. Responses of piglets to escamoteador heat type and location in farrowing crate. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 17, n. 4, p. 515-519, 2001.

ZIRON, M.; HOY, S. T. Effect of a warm and flexible piglet nest heating system – the warm water bed – on piglet behaviour, live weight management and skinlesions. **Applied Animal Behaviour Science**, Giessen, v. 80, n. 1, p. 9-18, 2003.