NUNES, M.L.A. et al. Pontos-críticos e desafios do bem-estar de matrizes suínas em gestação: o uso de cama como alternativa produtiva. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 24, Ed. 211, Art. 1407, 2012.

PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Pontos-críticos e desafios do bem-estar de matrizes suínas em gestação: o uso de cama como alternativa produtiva

Maria Luísa Appendino Nunes¹, Késia Oliveira da Silva Miranda², Joana Baptista Demski³, João Gabriel Rossini Almeida⁴

¹Professora. Departamento de Zootecnia – UDESC, Chapecó/SC. Brasil. E-mail: maria.anunes@udesc.br

²Professora. Núcleo de Pesquisa em Ambiente, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Brasil.

³Mestranda. Instituto de Zootecnia de Nova Odessa/SP. Brasil.

⁴Mestrando. Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV UDESC

Resumo

No contexto da ciência do bem-estar animal, a criação de matrizes suínas é um tema especialmente crítico, devido ao fato da grande maioria destes animais ser mantida em isolamento. Este trabalho tem como objetivo apresentar os principais pontos críticos envolvendo a criação de matrizes suínas gestantes, destacando a importância de aspectos relacionados ao ambiente social e físico proporcionado a esta categoria animal. É indiscutível que o isolamento em gaiolas impacta negativamente em pré-requisitos fundamentais do bem-estar animal, no entanto, por outro lado o agrupamento possui a desvantagem de ocasionar agressividade nestes animais. Informações de pesquisa mostram que os aspectos bioclimatológicos, comportamentais e físicos do ambiente são

importantes na definição do bem-estar animal de matrizes suínas gestantes. Além disso, é importante que sejam idealizadas alternativas de criação que combinem alojamento em grupo e técnicas que reduzam a agressividade no alojamento coletivo, como por exemplo o enriquecimento ambiental, com a utilização de elementos como palha ou outros tipos de cama.

Palavras-chaves: Conforto térmico. Ambiência Animal. Comportamento animal.

Significant points and challenges in the welfare of gestating sows: the use of bedding as a productive alternative

Abstract

In the context of the science of animal welfare, the rearing system of sows is an especially significant subject, as the great majority of these animals is kept in isolation. The purpose of this paper is to present the main points connected with the rearing system of gestating sows, focusing on the importance of aspects related to the social and physical environment provided to this kind of animal. The isolation in cages undoubtedly has negative impacts on fundamental requisites for animal welfare. On the other hand, group housing has the disadvantage of causing aggressiveness in such animals. Research information shows that bioclimatic, behavioral and physical aspects of the environment are important in defining the welfare of gestating sows. Furthermore, it is important to devise rearing system alternatives which combine group housing and techniques to reduce aggressiveness, such as environmental enrichment, by using elements like straw or other types of bedding.

Keywords: Thermal comfort. Ambience. Animal Behavior.

INTRODUÇÃO

O tema bem-estar animal tem gerado interesse na sociedade, o que faz com que a percepção pública sobre o assunto afete a forma pela qual a

produção de alimentos de origem animal se desenvolverá no futuro. No contexto da ciência do bem-estar animal, a criação de matrizes suínas é um tema muito discutido, devido ao fato da grande maioria destes animais ser mantida em isolamento individual (gaiola) durante toda a gestação ou em parte dela.

É indiscutível que o isolamento em gaiolas impacta negativamente em pré-requisitos fundamentais do bem-estar animal, no entanto, por outro lado o agrupamento de porcas gestantes possui a desvantagem de ocasionar agressividade nestes animais, em muitos casos levando à ocorrência de lesões de gravidade variável.

Em consonância com normativas aprovadas na União Européia que toleram o uso de gaiolas no início do período gestacional, no Brasil, em sua maioria, os sistemas produtivos utilizam celas individuais nos primeiros 28 dias de gestação e, posteriormente, os animais são transferidos para baias coletivas. Este sistema é pautado, principalmente, na redução de perdas embrionárias. No entanto, o impacto reprodutivo deste manejo em comparação com a gestação totalmente realizada em sistemas coletivos é assunto controverso. Além disso, a sociedade começa a questionar até que ponto ganhos produtivos são justificáveis em contraposição ao bem-estar animal.

No Brasil, a discussão ainda é incipiente, e os argumentos limitam-se às questões relacionadas aos ganhos produtivos de cada sistema a ser empregado. Indiscutivelmente, existem vantagens operacionais de se utilizar a contenção de porcas em período reprodutivo, o que explica a maciça utilização e a padronização deste modelo em grande parte da cadeia produtiva. Por outro lado, é necessário investigar qual é a dimensão do impacto produtivo da eliminação das gaiolas de gestação, uma vez é indiscutível a vantagem que esta decisão teria em termos de bem-estar animal.

O pressuposto de que a Legislação Européia tolera o uso de gaiola nas quatro semanas após a inseminação/cobertura é, de certa forma, questionável sob o ponto de vista do bem-estar. O uso de gaiolas durante este período, bem

como durante os 28 dias na maternidade, seguido do intervalo desmame-cio (média de cinco dias) significa a impossibilidade de movimentação da porca por, em média, 140 dias por ano (considerando-se a média de 2,3 partos/ano).

A necessidade de alojamento coletivo e oferecimento de substratos que enriqueçam o ambiente na fase de gestação suína constituem-se pré-requisitos para a promoção do bem-estar animal. Neste sentido, a utilização de cama pode ser visto como uma forma de enriquecer o ambiente produtivo, constituindo-se em uma alternativa para substituir o alojamento em baias de piso de concreto. No entanto, apesar do uso da cama na criação de suínos em crescimento e terminação ter sido testado em condições de clima brasileiro, o mesmo não se aplica à fase gestacional da suinocultura.

Esta revisão tem como objetivo apresentar os principais pontos críticos envolvendo a criação de matrizes suínas gestantes, destacando a importância de aspectos relacionados ao ambiente social e físico proporcionado a esta categoria animal. Apresentamos como uma possível alternativa o uso de substratos como cama, em substituição ao piso de concreto, discutindo as vantagens e a operacionalidade do alojamento coletivo em todo o período gestacional.

BEM-ESTAR DE MATRIZES SUÍNAS

A definição clássica de bem-estar animal apresenta o tema como o estado relacionado às tentativas do indivíduo lidar com seu ambiente. O fato de uma medida como taxa de crescimento ser normal, não significa que o bem-estar animal é bom. O bem-estar pode ser classificado em uma escala de “muito pobre” a “muito bom”, e irá variar ao longo da vida e, para avaliar esta variação uma grande gama de medidas deve ser utilizada (Broom, 1991; 1992).

A definição de bem-estar animal está vinculada à possibilidade de execução dos comportamentos naturais da espécie. O estado psicológico em que o animal não consegue obter estímulos que são por ele desejados é denominado de privação (Hurnik, 1992). A motivação cronicamente insatisfeita

pode resultar em desenvolvimento de estereotípias e respostas fisiológicas indicadoras de patologia (Dellmeier, 1989).

Medidas relacionadas ao funcionamento biológico, particularmente aquelas conectadas ao aumento das respostas ao estresse fisiológico contribuem na avaliação global do bem-estar animal (Duncan, 2005; Broom, 1992). No entanto, a maioria das avaliações do bem-estar animal é carregada de dificuldades, muitas vezes associada com a importância relativa que é colocada sobre as várias medidas do bem-estar (Marchant-Forde, 2009).

Baseadas no aspecto multidisciplinar do conceito de bem-estar animal existem iniciativas que tentam operacionalizar a avaliação multidisciplinar do bem-estar animal, em nível de sistema produtivo. O Welfare Quality®, projeto proposto pela Comissão Europeia, com a participação de diversos países objetiva desenvolver sistemas de avaliação padronizados que forneçam informações seguras de como os animais são produzidos. A abordagem multidisciplinar foi construída a partir de quatro princípios: boa alimentação, bom alojamento, boa saúde e comportamento adequado.

Apesar da controvérsia associada ao assunto, observam-se ações efetivas voltadas à re-estruturação dos sistemas produtivos sob critérios do bem-estar animal. Legislação da União Europa estabelece limitações em diferentes etapas dos sistemas de produção animal (Fraser, 2008b).

Até mesmo nos EUA observam-se ações direcionadas a esta realidade. Levantamento realizado por Centner (2010) verificou que sete estados norte-americanos possuem projetos de lei relacionados a exigências ao bem-estar animal. Apesar de cada estado agir de forma independente frente a estas exigências, o impulso comum em todas estas regiões baseia-se na regulação do alojamento individual na suinocultura, produção de vitelo e aves poedeiras.

O confinamento de matrizes gestantes e lactantes em gaiolas é um tema muito debatido, uma vez que neste sistema os animais são impossibilitados de desenvolverem comportamentos sociais, bem como outros padrões comportamentais intrínsecos da espécie suína. Este sistema passa a ser questionado em função da incapacidade dos animais realizarem exercícios e

entrarem em contato com estímulos ambientais, o que está em desacordo com as cinco liberdades estabelecidas pelo Comitê Brambell: virar-se, cuidar-se corporalmente, levantar-se, deitar-se e estirar seus membros (FAWC, 2009).

O sistema de gaiolas passou a ser uma prática comum com a intensificação da suinocultura e as principais vantagens relacionadas a ele são a maior densidade de animais, a redução de custos com mão-de-obra e a facilidade de manejo (Marchant-Forde, 2009). No entanto, a comparação entre o alojamento de porcas em gaiolas e em baias coletivas, mostra que no alojamento em grupo os animais apresentam menor incidência de comportamentos resultantes do estresse ambiental (Silva *et al.*, 2008), além de apresentarem vantagens imunológicas, menor incidência de problemas de pernas e cascos e estereotípias (Karlen *et al.*, 2007).

Um dos principais aspectos a serem discutidos é o paradoxo existente entre a falta de oportunidades das porcas mantidas em ambiente de confinamento isolado em contraposição à agressividade dos animais mantidos em baias coletivas.

Quando porcas são agrupadas ocorrem disputas para que a estabilidade social seja constituída (English *et al.*, 1982). Diferentes elementos influenciam neste sentido, como dimensões da baia, tamanho e composição do grupo (Borberg e Hoy, 2009) e presença de elementos enriquecedores do ambiente.

Historicamente, os sistemas de alojamento de porcas gestantes eram classificados como "individuais" ou "em grupo". No entanto, o cenário atualmente é mais complexo que isto, uma vez que existe uma variedade de sistemas de criação de porcas gestantes (Marchant-Forde, 2009). As principais características a serem consideradas em uma análise de bem-estar de porcas gestantes são elencadas no Quadro 1.

Existem muitas combinações possíveis das características elencadas no Quadro 1, sendo praticamente impossível em uma análise simples, verificar qual é o melhor sistema em termos de bem-estar de porcas gestantes.

Quadro 1 - Características relevantes a serem consideradas na avaliação de sistemas de criação de porcas gestante, sob o ponto de vista do bem-estar animal (*Relevant characteristics to consider in the evaluation of rearing systems of gestating sows, from the perspective of animal welfare*)

Características	Tipos
Tipo de instalação	Confinado, híbrido ou ar livre
Agrupamento	Alojada individualmente ou em grupo Se em grupo: tamanho do grupo, taxa de lotação, estático ou dinâmico
Sistema de alimentação	Controle individual: Alimentação em gaiola ou alimentadores eletrônicos Controle de grupo
Piso e cobertura de piso	Confinado: Em cama ou sem cama (piso ripado, semi-ripado ou compacto) Ar livre: Pastejo com ou sem controle

Fonte: Adaptado de Marchant-forde (2009)

Para exemplificar as controvérsias a respeito do uso de gaiolas na gestação suína, a contradição sobre o assunto entre diferentes grupos de cientistas foi descrita por Fraser (2008a). O comitê científico criado pela União Europeia publicou uma revisão de literatura sobre bem-estar de suínos, questionando, entre outros fatores, se as gaiolas de gestação conferem problemas em relação ao bem-estar de porcas. A revisão concluiu que muitos problemas sérios de bem-estar animal persistem mesmo nos melhores sistemas de gestação em gaiola. Grupo de cientistas australiano (Barnett *et al.*, 2001) realizou uma segunda revisão sobre o assunto, propondo questionamentos semelhantes, no entanto, estabelecendo conclusões opostas. O grupo australiano concluiu que tanto o alojamento individual como em grupo podem preencher pré-requisitos de bem-estar animal a porcas gestantes.

Centner (2010) realiza análise crítica sobre a legislação que restringe o confinamento de animais visando o bem-estar, e coloca que as normas européias estão pelo menos 10 anos à frente, em relação às norte-americanas. No entanto, é importante citar a ementa 10 da Flórida que trata da proibição de celas individuais na gestação de porcas. A referida legislação coloca como exceção os sete dias antes da data prevista do parto, ocasião em que as porcas são direcionadas às instalações de maternidade, bem como animais que requerem cuidados veterinários. O uso de gaiolas em períodos estritamente necessários torna esta legislação Norte Americana mais impactante em termos de melhoria do bem-estar de porcas gestantes, em relação à legislação européia.

A legislação Européia quanto à produção de porcas proíbe o alojamento em gaiolas individuais durante a gestação a partir de janeiro de 2013. No entanto, o período de desmame até quatro semanas após a inseminação/cobertura é excluído desta proibição (Council Directive 2001/88/EC).

As razões pelas quais o período de quatro semanas após inseminação/cobertura foi excluído da legislação européia de banimento das gaiolas individuais estão voltadas ao argumento de que a mistura de porcas durante este período seria desvantajosa em termos de expressão do estro, taxa de prenhez e desenvolvimento e sobrevivência embrionária (Pickett, 2009). No entanto, existe também controvérsia quanto a esta informação. Cassar *et al.* (2008), investigando porcas alojadas individualmente, em grupo de 15 animais após a inseminação e após cinco semanas não encontraram efeito do tipo de agrupamento nos índices reprodutivos.

ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL

O termo “enriquecimento ambiental” pode ser definido como uma melhoria no funcionamento biológico de animais cativos resultado de modificações em seu ambiente (Newberry, 1995). Na perspectiva de contemplar tal melhoria nos sistemas de produção de suínos, a Legislação da

União Europeia em sua Diretiva 2001/93/EC estabelece que porcos devam ter acesso permanente a suficiente quantidade de material que permita investigação adequada e atividades de manipulação, tais como palha, feno, madeira, serragem, compostos de cogumelo, turfa, ou uma mistura destes materiais que não comprometa a saúde dos animais (Council Directive 2001/93/EC).

O fornecimento de materiais para fuçar faz com que a necessidade de exploração dos suínos seja atendida, reduzindo o risco do desenvolvimento de padrões anormais de comportamento (Studnitz *et al.*, 2007), o que passa a ser importante devido ao padrão simplificado dos sistemas produtivos que, em geral, não oferece possibilidades de exercício do repertório comportamental natural da espécie suína.

O uso de palha em sistemas de criação de suínos em crescimento fornece estímulo e um canal para atividades exploratórias e de manipulação, envolvendo o focinho e a boca. Quando o uso de palha não é possível, o fornecimento de outros substratos para o hábito de fuçar pode permitir alcançar os mesmos resultados (Fraser *et al.*, 1991).

Averós *et al.* (2010) em meta-análise sobre efeitos interativos entre diferentes características do sistema produtivo de suínos elencou o uso de cama como um tipo de enriquecimento ambiental, além do uso de objetos pontuais (brinquedos). Verificou-se que os efeitos positivos do aumento da disponibilidade de espaço aos animais são condicionados à presença de cama ou objetos pontuais na baia de criação. Especificamente, o uso de cama foi visto como auxiliar na redução de comportamentos negativos no alojamento de grandes grupos.

O uso de cama (maravalha e palha cortada) em fases iniciais da vida de suínos mostrou ser interessante sob o ponto de vista de reduzir comportamentos agressivos, inclusive modificando o comportamento dos animais em idades mais avançadas (Munsterhjelm *et al.*, 2009).

O estudo da efetividade e benefícios do enriquecimento ambiental é escasso para matrizes suínas e cachacos (Van de Weerd e Day, 2009). No

entanto, os resultados existentes podem ser extrapolados para as diferentes categorias de animais, uma vez que as bases motivacionais são semelhantes quando se trata da mesma espécie animal.

COMPORTAMENTO DE MATRIZES SUÍNAS

Comportamento animal é a expressão de um esforço de adaptação a diferentes condições internas e externas, ou seja, o comportamento pode ser descrito como uma resposta do animal ao seu ambiente (Blackshaw, 1986). Assim, bem-estar está diretamente associado à capacidade de desenvolver comportamentos de uma forma natural (Kiley-Worthington, 1989).

Os suínos utilizam 75% do seu tempo ativo em comportamentos relacionados ao forrageamento e parecem ser motivados a explorar o seu ambiente com o focinho. Assim, a alimentação concentrada e a ausência de substratos têm sido as causas principais de uma série de problemas comportamentais nos suínos (Marchant-Forde, 2009). Neste sentido, as categorias animais que sofrem restrição alimentar, como é o caso de porcas em gestação, estão mais susceptíveis ao desenvolvimento de tais comportamentos.

Alguns autores denominaram de auto-direcionados, comportamentos de porcas como a simulação de mastigação e a movimentação de cabeça (Zonderland *et al.*, 2004), freqüentemente associando altas incidências destes comportamentos ao baixo nível de saciedade dos animais. Assim, observou-se que altas freqüências destes comportamentos estiveram associadas a baixo nível de fibra na dieta (Ramonet *et al.*, 1999; Stewart *et al.*, 2010).

As diferenças entre estereotípias e outros tipos de anormalidades foram discutidas por Fraser (2008a). São considerados anormais os comportamentos que diferem padrão, freqüência ou contexto em que ocorrem, em relação àqueles mostrados pela maioria dos membros da mesma espécie, em uma situação que permita uma ampla gama de oportunidades (Fraser e Broom, 1990).

Ainda na diferenciação de comportamentos anormais, Fraser (2008a) denomina de “fontes comportamentais”, itens importantes do repertório comportamental das espécies (por exemplo, a mastigação para porcos) que acabam por originar comportamentos anormais. Ou seja, os comportamentos comuns nas espécies são redirecionados em situações de ambiente pobre em estímulos. Neste sentido, o autor cita a ingestão excessiva de água em porcas, como um comportamento adjuntivo. A freqüente sensação de fome destes animais acarreta em consumo exagerado de água, sendo um indicativo importante de situação de baixo grau de bem-estar.

As estereotipias foram categorizadas por Hurnik (1992) como indicadores comportamentais de privação, ou seja, estado psicológico em que o animal não consegue experimentar estímulos que são desejados. Assim, as estereotipias representam um indicador de ambiente físico e ambiental pobre e/ou inadequada nutrição. A dieta restrita de porcas em período gestacional resulta em constante sensação de fome (Barnett *et al.*, 2001), o que pode justificar a alta incidência de estereotipias. Em geral, o nível de estereotipias aumenta com o tempo em porcas, e sua expressão varia de animal para animal (Courboulay *et al.*, 2009).

As estereotipias típicas de ungulados em confinamento são movimentos repetitivos, sem aparente função, geralmente configuradas como atividades oro-nasais. No que diz respeito a porcas adultas, exemplos comuns de estereotipias incluem morder grade, simular mastigação e excessivo consumo de água em porcas (Bergeron *et al.*, 2006).

No comportamento natural de suínos, existem picos de atividade no período da manhã e no final da tarde, com períodos de descanso no meio do dia. Os padrões de atividade diurna podem mudar em resposta a mudanças da temperatura. Assim, utilizam mecanismos comportamentais para a termorregulação (Marchant-Forde, 2009).

Os estudos bioclimatológicos mostram que as respostas comportamentais são as primeiras a serem executadas frente a ambientes térmicos desafiadores. Assim, o padrão de descanso dos animais fornece um indicador

prontamente observável da adequação ambiental, de forma integrada com fatores internos e externos (nutrição e ambiente térmico) (Deshazer *et al.*, 2009).

Variações comportamentais como mudança de postura e de localização na baia podem caracterizar mecanismos de ajuste das perdas de calor. Assim, o comportamento postural pode ser um indicativo do estado térmico de suínos (Andersen *et al.*, 2008). Uma vez que a postura é uma estratégia fundamental em ambientes quentes, o tipo de piso passa a ser elemento decisivo na dinâmica termorregulatória dos animais via comportamento.

Outro elemento importante na discussão do bem-estar de porcas gestantes é a agressividade social dos sistemas coletivos, considerando-se o já discutido paradoxo existente entre a falta de oportunidades das porcas mantidas em ambiente de confinamento isolado e a agressividade dos animais mantidos em baias coletivas. Em decorrência da agressividade observada, diferentes trabalhos utilizaram o escore de lesões para caracterizar diferentes sistemas (Karlen *et al.*, 2007; Jansen *et al.*, 2007; Remience *et al.*, 2008).

As consequências da agressão para o bem-estar animal têm sido reportadas pela literatura e existem evidências de que o estresse social pode afetar a fisiologia reprodutiva e a produtividade do plantel. As lutas estabilizam o ranking social relativo, no entanto, as interações agressivas podem continuar com animais familiares, principalmente quando existe falta de recursos, como alimento ou espaço (Arey e Edwards, 1998).

Em estudo comparativo (alojamento em baias com cama e gaiola), Karlen *et al.* (2007) verificaram a ocorrência de agressividade no sistema de cama, comportamento este que foi reduzido ao longo da gestação devido à estabilização social. Por outro lado, neste estudo foi detectado nas gaiolas um aumento no percentual de neutrófilos e uma diminuição do percentual de linfócitos, quando comparado ao sistema de cama, o que sugere disfunção imune das porcas mantidas em gaiola, talvez como consequência do estresse.

Averós *et al.* (2010) verificaram que a percentagem de tempo gasto com comportamentos sociais negativos aumentou com o tamanho do grupo na

ausência do uso de cama, mas permaneceu praticamente constante quando cama foi fornecida. Os autores concluem na análise que a presença de cama em sistemas de criação de suínos ajuda a mitigar, em grande extensão os efeitos do aumento do tamanho de grupo, expresso principalmente no aumento de comportamentos sociais negativos.

USO DE CAMA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

O uso de cama na suinocultura tem sido verificado principalmente nas fases de crescimento, terminação e creche, freqüentemente sendo associado com vantagens de ordem ambiental, em especial no que diz respeito ao manejo dos dejetos (Goulart, 1997; Corrêa *et al.*, 2009). O sistema difere do convencional, pois substitui o piso convencional por uma camada de substrato rico em carbono (serragem, casca de arroz ou palha de cereais) (Oliveira *et al.*, 1999).

No entanto, muitos fatores relativos ao uso de cama na suinocultura requerem maiores investigações, a fim de verificar questões relativas ao bem-estar e à produtividade de animais em fase reprodutiva, em especial na gestação, fase ainda pouco explorada pela pesquisa.

Considerando-se as premissas apresentadas por Groenestein (2006), o alojamento coletivo e o oferecimento de cama na fase de gestação suína constituem-se pré-requisitos para a promoção de bem estar animal. Apesar da palha ser o material preferido, outros substratos têm sido usados para este fim, como serragem e maravalha.

A ideia de que o uso de cama pode ser uma alternativa na fase de gestação suína é fortalecida quando se considera que o substrato utilizado neste sistema pode fornecer estímulo e um canal para atividades exploratórias do ambiente, atividades que poderiam ser redirecionadas a outros animais da baia (Fraser *et al.*, 1991).

O sistema de cama nos moldes desenvolvidos no Brasil apresenta aspectos negativos sobre o conforto térmico dos suínos. Diferentes trabalhos já mencionaram diferenças em termos de desempenho dos animais mantidos em

cama profunda, especialmente no que diz respeito às fases de crescimento e terminação. Estas diferenças (Gentry *et al.*, 2002; Margeta *et al.*, 2005, Cordeiro *et al.* 2007, Higarashi *et al.*, 2008) podem ser atribuídas às condições microclimáticas da instalação produtiva, afetadas pelo desenvolvimento do processo de compostagem, iniciado a partir da incorporação de dejetos no leito de substrato.

Corrêa *et al.* (2009) testaram duas profundidades de cama de casca de arroz em comparação com o piso de concreto, em crescimento-terminação. Neste estudo, a temperatura superficial da cama, nas duas profundidades (50 e 25 cm), foi superior à temperatura da superfície do piso, fato explicado pela atividade microbiana nas camas. A menor profundidade de cama condicionou uma maior amplitude nas temperaturas da superfície, o que pode influenciar o conforto térmico para os suínos, alterando a perda de calor dos suínos por condução, ao se deitarem no piso.

Fatores como o tipo e a profundidade da cama, fase da compostagem e características da instalação produtiva estão diretamente relacionados com o condicionamento ambiental proporcionado aos animais no sistema de cama.

No que diz respeito à fase de gestação, não existem resultados científicos sobre o uso de cama e seus efeitos bioclimáticos sobre os animais. A proposta de utilização de cama em pequenas profundidades (cerca de 0,25 m) na gestação, apesar de ainda não validada cientificamente, parece ser uma alternativa viável, tomando-se como base os resultados de Corrêa *et al.* (2009) apresentados acima, além de experiências de campo. Atualmente, estão sendo desenvolvidas pesquisas com o uso de cama em pequenas profundidades no alojamento coletivo de matrizes suínas gestantes (Figura 1).

NUNES, M.L.A. et al. Pontos-críticos e desafios do bem-estar de matrizes suínas em gestação: o uso de cama como alternativa produtiva. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 24, Ed. 211, Art. 1407, 2012.

Figura 1 – Matrizes suínas gestantes criadas sobre leito raso de maravalha (experiência de campo no Noroeste de São Paulo, Brasil, em fase de experimentação) - *Gestating sows reared on 25cm-depth wood shaving bedding (Field research in the Northwest of São Paulo, Brazil, in experimental phase)*

CONFORTO TÉRMICO DE MATRIZES SUÍNAS

O ambiente térmico é um dos temas mais relevantes em termos de bem-estar de suínos, em função destes animais serem inábeis em suar (Barnett *et al.*, 2001), além de evolutivamente adaptados a climas temperados e, em geral, produzidos em regiões de clima tropical, como o Brasil (Bloemhof *et al.*, 2008).

Estresse térmico é uma característica inerente ao ambiente, ou seja, relacionado aos fatores físicos que se impõem aos diferentes organismos (Silva, 2008). Animais são considerados expostos ao calor quando a temperatura encontra-se acima da zona de conforto térmico e energia é

despendida na tentativa de manutenção da temperatura corporal (Black *et al.*, 1993).

A temperatura crítica superior das espécies animais depende de muitos fatores (Fuquay, 1981), no entanto, a faixa de temperatura recomendada para matrizes suínas encontra-se entre 12 e 22°C (Black *et al.*, 1993), em faixa de umidade relativa de 50 a 70% (Moura, 1999).

Como todos os animais homeotérmicos, os suínos têm sua temperatura corpórea interna relativamente constante o que significa que trocam energia com o ambiente (Hannas, 1999). Estas trocas envolvem a produção de calor pelo metabolismo, estocagem e dissipação, e são dependentes de fatores biológicos e físicos (Hahn *et al.*, 2009).

Diferentes estratégias comportamentais auxiliam na manutenção da homeostase (Hillman, 2009). Em condições de calor, suínos naturalmente são motivados a chafurdar em água ou lama e a evaporação desta umidade aumenta a perda de calor evaporativa pela superfície cutânea. No entanto, outras estratégias comportamentais são utilizadas como, agrupamento de animais e aumento ou diminuição da superfície corporal em contato com o piso (Turnpenny *et al.*, 2000).

Quando o gradiente de temperatura entre a superfície do animal e o ambiente é reduzido em climas quentes, o animal aumenta suas perdas de calor evaporativas para compensar a diminuição de suas perdas de calor na forma sensível (Deshazer *et al.*, 2009). A intensificação das perdas de calor evaporativas ocorre, principalmente, por meio do aumento da frequência respiratória, mecanismo que permite a manutenção da temperatura corporal (Huynh *et al.*, 2006).

Diferenças na taxa de produção de calor nos diferentes órgãos fazem com que não se possa falar em uma única temperatura central, no entanto, para fins práticos, a temperatura retal profunda pode ser utilizada como medida representativa (Schmidt-Nielsen, 2002). Desta forma, a frequência respiratória (FR) e a temperatura retal (TR) são bons indicadores de estresse por calor. O aumento da FR é um indicador de que o animal está utilizando das perdas

latentes para manutenção da homeotermia. Quando estes métodos não são eficientes, a TR começa a aumentar (Brown-Brandl *et al.*, 2001).

Avaliação de leitoas submetidas a diferentes temperaturas ambiente (18 a 32°C) mostrou que o aumento da temperatura até 16°C não alterou a frequência respiratória, permanecendo constante em cerca de 32 movimentos.min⁻¹. Com o aumento da temperatura do ar, acima de 22°C houve aumento da FR em 13 movimentos. min⁻¹.°C⁻¹ (Brown-Brandl *et al.*, 2001).

O estresse por calor provoca respostas fisiológicas em porcas, incluindo o aumento temperatura da pele (TP). O aumento da TP se deve à intensificação da circulação periférica que ocorre para que a perda de calor para o ambiente seja maior (Williams, 2009), ou seja, ocorre redirecionamento do fluxo sanguíneo de tecidos e órgãos para a pele, como forma de dissipação de calor (Black *et al.*, 1993; Schmidt-Nielsen, 2002). As perdas de calor sensível são mediadas por ajustes cardiovasculares, o que mostra que a TP é um indicador da sensação de conforto térmico (Andersen *et al.*, 2008).

Experimento comparando ambientes em estresse por calor (37,8°C) e conforto (23,3°C) em quatro diferentes fases da gestação de marrãs (0 a 8, 8 a 16, 53 a 61, 102 a 110 dias de gestação), mostrou que independente da fase estudada, a temperatura retal (TR) das porcas mantidas no tratamento estresse por calor foi maior em relação ao ambiente controle. As curvas de resposta da TR foram semelhantes em todos os períodos, havendo redução da TR ao longo dos dias de exposição, sinal de aclimatação que não foi tão pronunciado na fase final de gestação. A TR média observada nas porcas mantidas no ambiente de conforto foi de 38,7± 0,2°C (Omtvedt *et al.*, 1971).

Para se ter idéia do efeito do *status* reprodutivo na manifestação dos indicadores fisiológicos de estresse por calor, Heitman *et al.* (1951) encontraram que, em situação de estresse por calor (36,7°C), a frequência respiratória (FR) de porcas em final de gestação foi de 186 movimentosmin⁻¹, diferentemente da FR obtida em porcas vazias (64 movimentosmin⁻¹), nas mesmas condições de temperatura do ar. Estes resultados mostram

dificuldades de dissipação de calor no caso das porcas gestantes, resultado de adicional carga metabólica oriunda dos fetos.

Os resultados apresentados anteriormente (Omtvedt *et al.*, 1971; Heitman *et al.*, 1951) são clássicos para a análise dos aspectos bioclimatológicos de matrizes suínas. Porém, a realidade imposta em suas metodologias (animais submetidos a condições extremas de calor, em ambientes controlados) limita a interpretação dos resultados de campo. Além disso, a realidade científica atual restringe o desenvolvimento de estudos expondo animais ao seu limite fisiológico, no entanto, são informações importantes para a legitimação dos indicadores de estresse atualmente utilizados.

Estudo desenvolvido por Williams (2009) mostrou que porcas submetidas a estresse por calor durante a gestação (24 a 30°C) possuem temperatura retal (TR) média maior em relação aos animais mantidos em termoneutralidade (18 a 20°C). Neste trabalho, as porcas permaneceram os últimos 19 dias de gestação, submetidas aos tratamentos de termoneutralidade e estresse por calor, no entanto, no último dia de permanência na gestação, não houve diferença de TR entre os tratamentos, o que pode ser explicado pelo aumento da TR ao longo da gestação, que ocorreu em ambos os tratamentos.

A análise conjunta da temperatura de bulbo seco e da umidade relativa é importante para checar o ambiente zootécnico no que diz respeito à conforto térmico e estresse por calor (Rodrigues *et al.*, 2011). As condições ambientais incluem não apenas a temperatura de bulbo seco, mas também a pressão de vapor que afeta a quantidade de perda de calor latente. A temperatura de bulbo seco fornece uma medida do conteúdo de calor sensível do ar e representa a maior porção das forças que determinam as trocas de calor entre o animal e o meio. Pandorfi *et al.* (2008) utilizaram os valores de entalpia do ar para caracterizar o ambiente térmico de porcas gestantes criadas em baias coletivas e celas individuais, concluindo que o alojamento coletivo foi o que permitiu melhor condicionamento térmico natural aos animais.

Outras medidas do ambiente térmico impactam na troca de calor total, incluindo o conteúdo de calor latente do ar (temperatura de ponto de orvalho e umidade), radiação térmica e fluxo de vento (Hahn *et al.*, 2009).

Outros elementos que caracterizam o meio produtivo também influenciam nos processos de troca de calor. O tipo de piso pode afetar a habilidade de suínos em utilizar o comportamento excretório para a termorregulação. Em piso compacto, os animais podem chafurdar nas excretas, incrementando o resfriamento evaporativo, o que não ocorre no piso ripado (Scott *et al.*, 2009). Desta forma, é notável que o tipo de piso possa impactar nas trocas de calor de porcas gestantes, principalmente devido ao fato destes animais permanecerem grande parte do tempo na posição deitada (Van de Weerd e Day, 2009).

ÍNDICES REPRODUTIVOS

Quando um animal é submetido a ambientes térmicos desafiadores, suas respostas (tanto voluntária como involuntariamente) referem-se à sobrevivência. As próximas respostas estão relacionadas à reprodução (Deshazer *et al.*, 2009). Assim, as respostas reprodutivas de porcas gestantes mantidas em diferentes sistemas podem ser indicadores importantes de como estes animais enfrentam o ambiente a que são submetidos.

Os fatores ambientais primários que influenciam os indicadores reprodutivos de porcas são fotoperíodo, temperatura e umidade, sendo os dois últimos mais significativos sob condições tropicais, ao contrário do fotoperíodo que parece ser mais importante em condições temperadas (Prunier *et al.*, 1997; Schwarz *et al.*, 2009).

Com relação aos efeitos do clima no desempenho de porcas em fase reprodutiva, diferentes estudos apontaram prejuízos nos índices reprodutivos das porcas, quando submetidas a altas temperaturas ou a sistemas de acondicionamento ambiente deficiente (Prunier *et al.*, 1997; Nunes *et al.*, 2003; Romanini *et al.*, 2008). A influência da estação do ano, temperatura, umidade relativa sobre diferentes índices reprodutivos de matrizes suínas foi

descrito por Tummaruk *et al.*, (2010), em condições de campo, na Tailândia. Verificou-se que a influência destes fatores ambientais foi mais evidente em marrãs, em comparação a porcas, no que diz respeito ao tamanho da leitegada ao nascer.

Cassar *et al.* (2008) estudando diferentes formas de alojamento de porcas após a inseminação e após o período de implantação embrionária não encontraram efeito do tipo de agrupamento na taxa de parição e tamanho de leitegada. Em contrapartida, em extensa revisão sobre comportamento agressivo resultante da mistura de suínos, Arey e Edwards (1998) mencionam diferentes implicações práticas do comportamento agressivo após mistura de porcas, dentre elas as perdas embrionárias. Neste sentido, sugerem que os efeitos negativos da agressividade pós-mistura podem ser evitados se a exposição ao estresse social ocorrer em período diferente da implantação embrionária, considerada como mais crítica.

Jansen *et al.* (2007) afirmam que não houve diferença quando porcas foram mantidas em baias coletivas com cama ou celas individuais. Já, Lammers *et al.* (2007) relatam que em um experimento realizado com 353 porcas durante dois anos e meio, as porcas mantidas em sistema com cama tiveram 0,7 leitões nascidos vivos a mais por leitegada e tendiam a dar à luz a um total maior de suínos quando comparado a porcas mantidas em celas individuais de gestação. Além disso, as porcas mantidas em celas individuais tiveram uma tendência de parirem um número maior de leitões mumificados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de matrizes suínas constitui uma categoria crítica em relação ao bem-estar animal. O conhecimento científico existente fornece informações que destacam elementos críticos como o comportamento agressivo destes animais quando em grupo, e problemas com relação ao bem-estar psicológico quando são utilizadas celas individuais.

É importante que sejam idealizadas alternativas de criação que combinem alojamento em grupo e técnicas que reduzam a agressividade do grupo de

NUNES, M.L.A. et al. Pontos-críticos e desafios do bem-estar de matrizes suínas em gestação: o uso de cama como alternativa produtiva. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 24, Ed. 211, Art. 1407, 2012.

porcas, como por exemplo, o enriquecimento ambiental, com a utilização de elementos como palha ou outros tipos de cama.

A análise do bem-estar de matrizes suínas requer a consideração do comportamento animal, de forma que anormalidades sejam verificadas e possam indicar bem-estar pobre. Além disso, aspectos relacionados à ambiência das instalações são fundamentais e compõem a análise global dos sistemas produtivos existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Averós, X, L. Brossard, L.J.Y. Dourmad, K.H. Greefc, H.L. Edge, S. A. Edwards and M.C. Meunier-Salaun. 2010. A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs. *Appl. anim. behav. sci.*, 127: 73–85.

Andersen, H.M.L., E. Jørgensen, L. Dybkjær, B. Jørgensen. 2008. The ear skin temperature as an indicator of the thermal comfort of pigs. *Appl. anim. behav. sci.* 113:43–56.

Arey, D.S. and S.A. Edwards. 1998.. Factors influencing aggression between sows after mixing and the consequences for welfare and production. *Livest. prod. sci.* 56: 61-70.

Barnett J. L, P.H. Hemsworth, G.M. Cronin, E.C. Jongman and G.D. Hutson. 2001. A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52: 1-28.

Bergeron, R, A.J. Badnell-Waters, S. Lambton and G. Mason. 2006. Stereotypic Oral Behaviour in Captive Ungulates: Foraging, Diet and Gastrointestinal Function. In: G. Mason (Ed). *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. Guelph: CAB International, pp. 19-57.

Black, J.L., B.P. Mullan, M.L. Lorschky and L.R. Giles. 1993. Lactation in the sow during heat stress. *Livest. prod. sci.* 35:153-170.

Blackshaw, J.K. 1986. The study of behavior. In: _____. *Notes on some topics in applied animal behavior*. University of Queensland. pp. 1-3.

Bloemhof, S., E. H. Van der Waaij, J. W. M. Merks and E. F. Knol. 2008. Sow line differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. *J. anim. sci.*, 86:3330-3337.

Borberg, C.and S. Hoy. 2009. Mixing of sows with or without the presence of a boar. *Livest. sci.* 125:314–317.

Broom, D.M. 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *J. anim. sci.* 69:4167-4175.

Broom, D.M. 1992. Animal welfare: its scientific measurement and current relevance to animal husbandry in Europe. In: C. Phillips and D. Piggins (Ed). *Farm animals and environment*. CAB International: Wallingford. pp.245-253.

Brown-Brandl, T.M., R.A. Eigenberg, J.A. Nienaber and S.D. Kachman. 2001. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. *Livest. prod. sci.* 71: 253–260.

Cassar, G., R.N. Kirkwood, M.J. Seguin, T.M. Widowski, A. Farzan, A.J. Zanella and R.M. Friendship. 2008. Influence of stage of gestation at grouping and presence of boars on farrowing rate and litter size of group-housed sows. *J. swine health prod.* 16:81-85.

Centner, T.J. 2010. Limitations on the Confinement of Food Animals in the United States. *J. agric. environ. ethics*, 23:469–486.

Cordeiro, M.B., I.F.F Tinoco, P.A.V. Oliveira, I. Menegali, M.C.C. Guimarães, F.C. Baeta and J.N. Silva. Efeito de sistemas de criação no conforto térmico ambiente e no desempenho produtivo de suínos na primavera. *Rev. bras. zootec.*, Viçosa, MG, v.36, n.5, p.1597-1602, Out. 2007.

Corrêa, E.K., I. Bianchi, R.R. Ulguim, M.N. Corrêa, C. Gil-Turnes and T. Lucia Júnior. 2009. Effects of different litter depths on environmental parameters and growth performance of growing finishing pigs. *Cienc. Rural*. 39.

Council Directive 2001/88/EC. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0088:EN:NOT>>. Acesso em: 20 abril 2011.

Council Directive 2001/93/EC. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0093:EN:NOT>>. Acesso em: 20 abril 2011.

Courboulay, V, M.C. Meunier-Salaun, S.A. Edwards, J.H. Guy and K. Scott. 2009. Repeatability of abnormal behavior. In: B. Forkman and L. Keeling (Eds). *Welfare Quality Reports nº10*. Uppsala: SLU service. pp. 131 – 140.

Dellmeier, G.R. 1989. Motivation in Relation to the Welfare of Enclosed Livestock. *Appl. anim. behav. sci.* 22:129-138.

Deshazer, J.A., G.L. Hahn and H. Xin. Basic principles of the thermal environment and livestock energetics. 2009. In: J.A. Deshazer, (Ed). *Livestock energetic and thermal environmental management*. St. Joseph: ASABE. pp. 1-22.

Duncan, I.J.H. 2005. Science-based assessment of animal welfare: farm animals. *Reveu scientifique et technique*, 24:483-492.

English, P.R.; W.J. Smith, A. Maclean. 1982.. Welfare of the sow and her piglets. In:_____. *The sow improving her efficiency*. Farming Press, 2ª ed., pp. 328 - 343.

Fraser, A.F. 2008. *Understanding animal welfare: the science in its cultural context*. Ames: Oxford Wiley-Blackwell, pp.324.

Fraser, A.F. and D.M. Broom. 1990. *Farm animal behavior and welfare*. 3rd ed. London: Baillière Tindall. 437p.

Fraser, A.F., P.A. Phillips, B.K. Thompson and T. Tennessen. 1991. Effect of straw on the behaviour of growing pigs. *Appl. anim. behav. sci.* 30:307-318.

Fraser, A.F. 2008. Toward a global perspective on farm animal welfare. *Appl. anim. behav. sci.* 113:330–339.

FAWC. Farm Animal Welfare Council. Five freedoms. 2009. Disponível em <<http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>>. Acesso em: 16 nov.

Fuquay, J.W. 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. anim. sci.*, 52:164-174.

Gentry, J. G., J. J. Mcglone, J. R. Blanton and M. F. Miller. 2002. Alternative housing systems for pigs: Influences on growth, composition, and pork quality. *J. anim. sci.* 80:1781–1790.

Goulart, R. M. Processo de compostagem: Alternativa complementar para tratamento de camas biológicas de dejetos de suínos. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 127p.

Groenestein, C.M. Environmental aspects of improving sow welfare with group housing and straw bedding. 2006. Tese (Wageningen University). 154p. Disponível em: <<http://library.wur.nl/WebQuery/clc/1815333>>. Acesso em: 13 mai 2010.

Hahn, G.L., J.B. Gaughan, L.R. Terry and A. Eigenberg. 2009. Thermal indices and their applications for livestock environments. In: J.A. Deshazer, (Ed). Livestock energetic and thermal environmental management. St. Joseph: ASABE. pp. 113-130.

Hannas, M.I. 1999. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: I.J. Silva, (Ed). *Ambiência e Qualidade na Produção Industrial de suínos*. Piracicaba: FEALQ. pp. 1-33.

Heitman, H., E.H. Hughes and C. F. Kelly. 1951. Effects of Elevated Ambient Temperature on Pregnant Sows. *J. anim. sci.* 10:907-915.

Higarashi, M. M., P. A. V. Oliveira and A. Coldebella. 2008. Seasonal Influence in the Performance of Growing and Finishing Pigs Raised in Deep Bedding System in South of Brazil. In: 8º International Livestock Environment Symposium (ILES VIII), Foz do Iguaçu. *Anais...Foz do Iguaçu: CIGR, não paginado*.

Hillman, P.E. 2009. Thermoregulatory Physiology. In: J.A. Deshazer (Ed). Livestock energetic and thermal environmental management. St. Joseph: ASABE. pp. 23-48.

Hurnik, J.F. 1992. Behaviour. In: C. Phillips and D. Piggins (Eds). *Farm animals and environment*. CAB International: Wallingford. pp. 235 – 244.

Huynh, T.T.T., A.J.A. Aarnink, C.T. Truong, B. Kemp and M.W.A. Verstegen. 2006. Effects of tropical climate and water cooling methods on growing pigs' responses. *Livest. Sci*, 104:278–291.

Jansen, J., R.N. Kirkwood, A.J. Zanella and R.J. Tempelman. 2007. Influence of gestation housing on sow behavior and fertility. *J. swine health prod.*, 15:132–136.

Karlen, G.; P.H. Hemsworth, H.W.G. Gonyou, E. Fabrega; A. D. Strom; R.J. Smits. 2007. The welfare of gestating sows in conventional stalls and large groups on deep litter. *Appl. anim. behav. sci.* 105:87–101.

Kiley-Worthington, M. 1989. Ecological, ethological and ethically sound environments for animals: toward symbiosis. *J. agric. environ. ethics*, 2:323–347.

Lammers, P. J., M. S. Honeyman, J. W. Mabry and J. D. Harmon. 2007. Performance of gestating sows in bedded hoop barns and confinement stalls. *J. anim. sci.* 85:1311-1317.

Marchant-Forde, J.N. 2009. Introduction to the Welfare of Pigs. In: _____. (Ed). *The welfare of pigs*. Springer, pp.1-12.

Margeta, V., Z. Tolušić and I. Kralik. 2005. Production and economic aspects of conventional and alternative pig fattening.. Disponível em: <<http://hrcak.srce.hr/file/19949>>. Acesso em: 13 set. 2008.

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

Munsterhjelm, C., O.A.T. Peltoniemi, M. Heinonen, O. Halli, M. Karhapää and A. Valros. 2009. Experience of moderate bedding affects behaviour of growing pigs. *Appl. anim. behav. sci.*, 118:42–53.

Newberry, R.C. 1995. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. *Appl. anim. behav. sci.*, 44:229-243.

- Nunes, C.G.V., E.P. Costa, R.F.M. Oliveira, J.L. Donzele, R.V. Nunes and G.R. Carvalho. 2003. Efeito do Acondicionamento Térmico Ambiental sobre o Desempenho Reprodutivo da Fêmea Suína. *Rev. bras. zootec.*, 32:854-863.
- Oliveira, P. A., M. C. Meunier-Salaün, Robin, P., N. Tonnel and J.B. Fraboule. 1999. Analyse du comportement du porc en engraissement eleve sur litière de sciure ou sur caillebotis integral. *Journées de Recherche Porcine en France*, 31:117-123.
- Omtvedt, I. T., R.E. Nelson, R.L. Edwards, D. F. Stephens and E. J. Turman. 1971. Influence of heat stress during early, mid and late pregnancy of gilts. *J. anim. sci.*32:312-317.
- Pandorfi, H., I.J.O. Silva and S.M.S. Piedade. 2008. Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas. *Rev. bras. eng. agric. Ambient.*, 12:326-332.
- Pickett, H. Welfare of pigs in the European Union: Compassion in World Farming. 2009. Disponível em: <www.ciwf.org.uk/welfare_of_pigs_in_the_european_union_2009.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2011.
- Prunier, A., M. Messias de Bragança and J. Le Dividich. 1997. Influence of high ambient temperature on performance reproductive sows. *Livest. prod. sci.*, 52 :123-133.
- Ramonet, Y., M.C. Meunier-Salaün and J.Y. Dourmad. 1999. High-fiber diets in pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. *J. anim. sci.*, 77:591-599.
- Remience,V, J. Wavreille, B. Canart, M.C. Meunier-Salau, A. Prunier, N. Bartiaux-Thill, B. Nicks and M. Vandenheede. 2008. Effects of space allowance on the welfare of dry sows kept in dynamic groups and fed with an electronic sow feeder. *Appl. anim. behav. sci.*, 112:284-296.
- Rodrigues, V.C., I.J.O. Silva, F.M.C. Vieira and S.T. Nascimento. 2011. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. *Int. j. biometeorol.* 55:455-459.
- Romanini, C.E.B., Y.B. Tolon, I.A. Nääs and D.J. Moura. 2008. Physiological and productive responses of environmental control on housed sows. *Sci. agric.*, 65:335-339.
- Schmidt-Nielsen, K. 2002. *Fisiologia animal: Adaptação e meio ambiente*. Cambridge University Press: Cambridge. 5ªed., 609 p.
- Schwarz, T., J. Nowicki and R. Tuz. 2009. Reproductive performance of polish large white sows in intensive production – effect of parity and season. *Annals of animal science*, 9:269-277.
- Scott, K., J.H. Guy and S.A. Edwards. 2009. Validation of behavior around resting in pigs. In: B. Forkman and L. Keeling (Eds). *Welfare Quality Reports nº10*. pp. 39-55.
- Silva, I.J.O.; H. Pandorfi; S.M.S. Piedade. 2008. Influência do sistema de alojamento no comportamento e bem-estar de matrizes suínas em gestação. *Rev. bras. zootec.*, 37:1319-1329.
- Silva, R.G. 2008. *Biofísica Ambiental: Os animais e seu ambiente*. Jaboticabal: FUNEP, 393 p.
- Stewart, C.L., L.A. Boyle, M.E.E. Mccann and N.E. O’connell. 2010. The effect of feeding a high fibre diet on the welfare of sows housed in large dynamic groups. *Anim. welf.*, 19:349-357.
- Studnitz, M., M.B. Jensen and L.J. Pedersen. 2007. Why do pigs root and in what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Appl. anim. behav. sci.*, 107:183-197.
- Turnpenny; J.R., C.M. Wathes, J.A. Clark and A.J. Mcarthur. 2000. Thermal balance of livestock 2. Applications of a parsimonious model. *Agric. for. meteorol.*, 101:29-52.
- Tummaruk, P., W. Tantasuparuk, M. Techakumphu and A. Kunavongkrit. 2010. Seasonal influences on the litter size at birth of pigs are more pronounced in the gilt than sow litters. *J. agric. sci.*, 148:421-432.

Van de Weerd, H.A. and J.E.L. Day. 2009. A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. *Appl. anim. behav. sci.*, 116:1–20.

Welfare Quality: Science and society improving animal welfare. Disponível em: <http://www.welfarequality.net/everyone>. Acesso em: 10 fev. 2011.

Williams, A.M. 2009. Effects of heat stress on reproduction and productivity of primiparous sows and their piglets' performance. Dissertação de mestrado. University of Missouri-Columbia. 122p.

Zonderland, J.J., J.A. Leeuw, C. Nolten and H.A.M. Spolder. 2004. Assessing long-term behavioural effects of feeding motivation in group-housed pregnant sows; what, when and how to observe. *Appl. anim. behav. sci.*, 87:15–30.