

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

EVANDRO JOSÉ RIGO

**EFEITO DE SISTEMAS DE RESFRIAMENTO SOBRE AS VARIÁVEIS
TERMOFISIOLÓGICAS, HORMÔNIOS TIREOIDIANOS E DESEMPENHO DE
PORCAS LACTANTES**

UBERLÂNDIA

2018

EVANDRO JOSÉ RIGO

**EFEITO DE SISTEMAS DE RESFRIAMENTO SOBRE AS VARIÁVEIS
TERMOFISIOLÓGICAS, HORMÔNIOS TIREOIDIANOS E DESEMPENHO DE
PORCAS LACTANTES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias/ Doutorado da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para obtenção do Título de Doutor em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal

Orientadora: Prof. Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento

UBERLÂNDIA
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R572e Rigo, Evandro José, 1964
2018 Efeito de sistemas de resfriamento sobre as variáveis termofisiológicas, hormônios tireoidianos e desempenho de porcas lactantes [recurso eletrônico] / Evandro José Rigo. - 2018.

Orientadora: Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2018.483>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Veterinária. 2. Suíno. 3. Suíno - Instalações. 4. Temperatura. I. Nascimento, Mara Regina Bueno de Mattos, (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



Ata da defesa de TESE DE DOUTORADO junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de: TESE DE DOUTORADO N° PPGCV/013/2018

Data: 10/07/2018

Discente: *Evandro José Rigo* – Matrícula – 11413MEV007

Título da Tese: EFEITO DE SISTEMAS DE RESFRIAMENTO SOBRE AS VARIÁVEIS TERMOFISIOLÓGICAS, HORMÔNIOS TIREOIDIANOS E DESEMPENHO DE PORCAS LACTANTES

Área de concentração: PRODUÇÃO ANIMAL

Linha de pesquisa: MANEJO E EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DOS ANIMAIS, SEUS DERIVADOS E SUBPRODUTOS.

Projeto de Pesquisa de vinculação: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO REPRODUTIVO E PRODUTIVO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO.

Aos 10 dias do mês de julho do ano de 2018 às 08:00 horas na sala 2D54 – Bloco 2D – Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, reuniu-se a Comissão Julgadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, composta pelos Professores/Doutores: Robson Carlos Antunes – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA; Ana Luísa Neves Alvarenga Dias – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA; Humberto Eustáquio Coelho – UNIVERSIDADE DE UBERABA; João Antonio Zanardo – FACULDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS DE UBERLÂNDIA e Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da comissão Dr./Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento concedeu a palavra ao/a candidato(a) para a exposição do seu trabalho, contando com o tempo máximo de 50 minutos. A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o(a) candidato(a), durante o prazo máximo de (30) minutos, assegurando-se a mesma igual prazo para resposta. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Comissão Julgadora, em sessão secreta, considerou o(a) candidato(a) aprovado.

Esta defesa de Tese de Doutorado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de doutor. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme Regulamento do Programa, Legislação e a Regulamentação Interna da UFU.

Os trabalhos foram encerrados às 11 horas e 0 minutos, e para constar, lavrou-se a presente ata que será assinada pelos membros da Comissão Examinadora. Uberlândia, 10 de julho de 2018.

Robson Carlos Antunes
Prof. Dr. Robson Carlos Antunes

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Humberto Eustáquio Coelho
Prof. Dr. Humberto Eustáquio Coelho

UNIVERSIDADE DE UBERABA

João Antonio Zanardo
Prof. Dr. João Antonio Zanardo

FACULDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS DE UBERLÂNDIA

Ana Luísa Neves Alvarenga Dias
Profa. Dr. Ana Luísa Neves Alvarenga Dias

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento
Profa. Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento
ORIENTADORA

DEDICATÓRIA

A minha esposa, paciente, carinhosa, amorosa, centrada e luz da minha caminhada, sem você não sei onde estaria. A meus filhos, parceiros fortes, seres iluminados colocados na minha vida, e ao meu neto (a caminho), que já vem vindo me ajudando a ter uma nova visão de vida. É por nós que esta etapa está sendo ultrapassada. Tirei muitas coisas boas dessa fase da minha vida. Obrigado!!!!!!!.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária pela oportunidade do curso de Doutorado.

À minha Orientadora professora Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento, pela paciência, dedicação, apoio, cooperação, estímulo e amizade. Me espelho muito em você e sem sua ajuda não haveria o hoje. Ao professor Robson Carlos Antunes pelos ensinamentos, motivação em realizar esta etapa na vida.

Ao Sr. Roberto Coelho (Fazenda União - Grupo Cabo Verde) pela disponibilização de uso de suas instalações e animais da sua granja comercial para realização deste estudo. Ao veterinário Caio, pela ajuda nas questões de manejo e informações técnicas da granja. A zootecnista Delmira, por me auxiliar nas questões técnicas e gerenciais da granja e em especial aos funcionários da suinocultura União, que sem ajuda deles não teria como realizar a pesquisa a campo.

A Camila, estagiária dedicada, que se dispôs em auxiliar-me na coleta e tabulação dos dados.

A união de esforços trouxe resultados, sem cada um não haveria nada!!!!!!

EFEITO DE SISTEMAS DE RESFRIAMENTO SOBRE AS VARIÁVEIS TERMOFISIOLÓGICAS, HORMÔNIOS TIREOIDIANOS E DESEMPENHO DE PORCAS LACTANTES

RESUMO

Primeiramente, determinou-se os efeitos do alojamento de matrizes suínas lactantes em diferentes posições num galpão com sistema de resfriamento evaporativo com pressão negativa (SRE) sobre os parâmetros fisiológicos de termorregulação, desempenho produtivo e reprodutivo, no verão. Foram utilizadas 34 fêmeas, escolhidas aleatoriamente nas três linhas de gaiolas, nas posições: próximas aos painéis evaporativos; no meio do galpão e próximas aos exaustores. A temperatura do ar (T_a) e o índice de temperatura e umidade (ITU) foram menores próximo aos painéis evaporativos (22,38 °C; 71,84, $p < 0,05$) em comparação ao centro (24,56 °C; 74,82, $p < 0,05$) e perto dos exaustores (25,00 °C; 75,62, $p < 0,05$). A frequência respiratória, temperaturas retal e superficial foram menores nas matrizes próximas aos painéis (43,67 resp.min⁻¹; 38,40 °C; 29,51 °C, $p < 0,05$) em relação aos animais alojados no centro (52,04 resp.min⁻¹, 38,48 °C; 32,02 °C, $p < 0,05$) e próximos aos exaustores (56,38 resp.min⁻¹, 38,93 °C; 32,52 °C, $p < 0,05$). A espessura do toucinho, intervalo desmame-estro e consumo médio diário das matrizes, número de desmamados, massa corporal e ganho médio diário dos leitões não foram influenciados pelo local de alojamento no galpão. Matrizes suínas lactantes alojadas no centro e próximas aos exaustores no SRE em ambiente tropical apresentam variáveis fisiológicas de termorregulação aumentadas, porém sem prejudicar o desempenho. No segundo estudo, avaliou-se os efeitos do sistema de resfriamento evaporativo com pressão negativa (SRE) e aspersão de água sobre o telhado (AAT) sobre as variáveis fisiológicas, hormônios tireoidianos e relação neutrófilo:linfócito em porcas lactantes. Foram utilizadas 30 fêmeas, híbridas, sob SRE e 31 em AAT escolhidas aleatoriamente nas linhas de gaiolas, no verão. O ambiente térmico, frequência respiratória (FR), temperaturas de superfície (TS) e retal (TR), concentração sérica de tiroxina e triiodotironina, número de neutrófilos e linfócitos e a relação neutrófilos:linfócitos foram determinados. Pela tarde, as matrizes em SRE (T_a :25,0 °C e ITU:74,7, $p < 0,05$) e em AAT (T_a : 27,6 °C e ITU: 77,3, $p < 0,05$) estiveram expostas ao estresse por calor. Pela manhã, FR, TS e TR foram menores em SRE (48,6 resp.min⁻¹, 31,1 °C e 38,5 °C, $p < 0,05$, respectivamente) que AAT (54,4 resp.min⁻¹, 32,8 °C e 38,6 °C, $p < 0,05$, respectivamente) e também a tarde, SRE (54,6 resp.min⁻¹, 30,3 °C e 38,8 °C, respectivamente) e AAT (65,5 resp.min⁻¹, 31,4 °C e 39,1 °C, $p < 0,05$, respectivamente). A relação neutrófilo:linfócito, concentração sérica de T3, T4 livre e a relação T4/T3 não foram influenciadas pelo sistema de resfriamento. Porcas lactantes criadas em galpão SRE apresentam maior facilidade em manter a homeotermia que as mantidas sob AAT, no verão, em ambiente tropical.

Palavras-chave: Suíno. *Sus scrofa*. Zona termoneutra. Ambiência.

EFFECT OF COOLING SYSTEMS ON THERMOPHYSIOLOGICAL VARIABLES, THYROIDIAN HORMONES AND PERFORMANCE OF LACTATING SOWS

ABSTRACT

In the first study, the effects of the housing of lactating swine matrices in different positions in a shed with negative pressure evaporative cooling system (ECS) on the physiological parameters of thermoregulation, productive and reproductive performance in the summer were determined. 34 females, randomly chosen from the three lines of cages, were used in the positions: near the pad cooling; in the middle of the shed and near to the exhaust fans. The air temperature (T_a) and the temperature and humidity index (THI) were lower near the pad cooling (22.38 °C, 71.84, $p < 0.05$) than the middle (24.56 °C, $P < 0.05$) and near the exhaust fans (25.00 °C, 75.62, $p < 0.05$). Respiratory frequency, rectal and surface temperatures were lower in the sows near the pad cooling (43.67 breaths.min⁻¹, 38.40 °C, 29.51 °C, $p < 0.05$) in relation to the middle animals (52.04 breaths.min⁻¹; 38.48 °C; 32.02 °C, $p < 0.05$) and near the exhaust fans (56.38 breaths.min⁻¹, 38.93 °C, 32.52 °C, $p < 0.05$). The backfat thickness, the weaning-estrus interval and daily average consumption of the sows, number of weaning piglets, corporal mass and daily average gain of the piglets were not influenced by the position of housing in the shed. Lactating sows housed in the middle and near to the exhaust fans in the ECS present higher thermoregulation physiological variables, however with no impairment their performance. In the second study the effects of evaporative cooling with negative pressure (ECS) and water spray on the roof (WOR) on the physiological variables, thyroid hormones and neutrophil/ lymphocyte ratio in lactating sows were evaluated. 30 females, hybrid, under ECS and 31 in WOR, randomly chosen from cage lines, were used in the summer. The thermal environment, respiratory rate (RF), surface temperatures (ST) and rectal (RT), serum thyroxine and triiodothyronine concentration, number of neutrophils and lymphocytes and the neutrophil/ lymphocyte ratio were determined. In the afternoon, matrices in ECS (T_a : 25.0 °C and THI: 74.7) and WOR (T_a : 27.6 °C and THI: 77.3) were exposed to heat stress. In the morning, RF, ST and RT were lower in ECS (48.6 breaths.min⁻¹, 31.1 °C and 38.5 °C, respectively) than WOR (54.4 breaths.min⁻¹, 32.8 °C and 38.6, respectively), and also the afternoon ECS (54.6 breaths.min⁻¹, 30.3 °C and 38.8 °C, respectively) and WOR (65.5 breaths.min⁻¹, 31.4 °C and 39.1 °C, respectively). The neutrophil/lymphocyte ratio, serum concentration of T3, free T4 and T4/T3 ratio were not influenced by the cooling system. Lactating sows raised in ECS sheds are easier to maintain homeothermia than those maintained under WOR in the summer in a tropical environment

Key-words: Swine. *Sus scrofa*. Thermoneutral zone. Ambience.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	12
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Termorregulação dos suínos.....	13
3.2 Troca de calor do animal com o ambiente.....	14
3.2.1 Condução.....	14
3.2.2 Convecção.....	15
3.2.3 Radiação.....	15
3.2.4 Evaporação.....	16
3.3 Zona de termoneutralidade para fêmeas suínas.....	16
3.4 Influência das altas temperaturas sobre as matrizes suínas.....	18
3.4.1 Temperatura retal de matrizes suínas em ambientes quentes.....	18
3.4.2 Temperatura superficial de porcas sob calor.....	19
3.4.3 A frequência respiratória de suínos em altas temperaturas.....	19
3.4.4 Relação neutrófilo: linfócito em matrizes sob estresse térmico.....	20
3.4.5 Concentrações dos hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) sob condições de calor.....	21
3.5 Sistemas de climatização.....	23
3.6 Climatização da maternidade.....	24
3.7 Índice Temperatura e Umidade (ITU).....	25
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO E TERMORREGULAÇÃO DE PORCAS LACTANTES ALOJADAS EM DIFERENTES POSIÇÕES NUM GALPÃO COM SISTEMA DE RESFRIAMENTO EVAPORATIVO EM AMBIENTE TROPICAL	35
INTRODUÇÃO.....	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
CAPÍTULO 3 - EFEITO DE DOIS SISTEMAS DE RESFRIAMENTO	51

SOBRE OS HORMÔNIOS TIREOIDIANOS E VARIÁVEIS TERMOFISIOLÓGICAS DE MATRIZES SUÍNAS EM LACTAÇÃO.	
INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAL E MÉTODOS.....	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS.....	62
ANEXO A- PROTOCOLO DE REGISTRO NO CEEA.....	66
ANEXO B – INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS DA REVISTA ARQUIVO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA.....	67

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

(Redigido de acordo com as normas da Biblioteca da Universidade Federal de Uberlândia)

1 INTRODUÇÃO

A criação de suínos no Brasil, em relação ao sistema produtivo, possui diferentes etapas, desde a incorporação da genética até o abate dos animais, com evolução técnica e organização entre produtor rural e empresas de processamento. Devido as diferenças socioeconômicas e culturais das regiões do país, os sistemas de produção diferenciam-se. A suinocultura brasileira se destaca na região sul, que reúne uma grande parcela da produção em propriedades de pequena escala, engajadas nos sistemas de integração ou cooperativas, e na região sudeste, onde se destacam os produtores independentes com suínos em ciclo completo. Essas granjas estão adaptadas aos mercados e evoluem na eficiência e produtividade, incrementando a atividade suinícola nacional (NEVES et al., 2016).

O plantel reprodutivo brasileiro é de 1.720.255 matrizes, tendo produzido 39.263.964 suínos para o abate, em 2015. O ranking de alojamento de matrizes é liderado por Santa Catarina, com 420.488 matrizes, seguido pelo Rio Grande do Sul, com 340.416 matrizes; Minas Gerais, com 273.197 reprodutoras; Paraná, com 264.271; e Mato Grosso, com 141.389 matrizes; totalizando 83,7% das matrizes industriais brasileiras. A produção tecnificada brasileira está distribuída em aproximadamente 3,1 mil granjas (NEVES et al., 2016).

A criação de suínos se enquadra como uma importante atividade de produção de proteína animal no Brasil, seguindo a de frango e bovinos. O sistema de criação que predomina é o confinamento total, que potencializa o desempenho produtivo e econômico por unidade de área. No entanto, apresenta elevados custos de produção, problemas com impactos ambientais e com o bem-estar animal (TALAMINI et al., 2006). Este formato vem sofrendo pressões constantes da sociedade consumidora, que exige produtos de melhor qualidade quando se trata do bem-estar animal nas etapas de criação até o abate dos animais (BAPTISTA; BERTANIL; BARBOSA, 2011).

O termo bem-estar animal, envolvendo a espécie suína, é descrito quando há condição estável entre o animal e o ambiente e também é definido e reconhecido pelas condições orgânicas desejáveis e pela termoneutralidade, pré-requisitos fundamentais para fornecer uma melhor qualidade de vida (DEMORI et al., 2012). Nas instalações, a maternidade é o setor com maior dificuldade de oferecer conforto aos animais, devido ao alojamento de matrizes e leitões com necessidades térmicas diferentes no mesmo

espaço físico (MACHADO FILHO; HOTZEL, 2000; BROOM; MOLENTO, 2004). Quiniou e Noblet (1999) relatam para porcas em lactação uma zona termoneutra com temperaturas entre 12 °C e 22 °C, e para Willians et al. (2013), esta variação para as matrizes lactantes deve ser de 18 a 20 °C. Para os leitões, o intervalo de termoneutralidade é de 30° a 32 °C (DE BRAGANÇA; MOUNIER; PRUNIER, 1998).

Em regiões subtropicais, durante mais da metade do ano, as temperaturas podem ultrapassar 30 °C e esta condição determina um desafio na manutenção da temperatura adequada e na produção dos suínos, especialmente para matrizes em lactação (BLOEMHOF et al., 2008). Nos ambientes com temperaturas acima de 25 °C, as matrizes diminuem o consumo de alimentos e conseqüentemente a produção de leite, resultando em redução no ganho de massa corporal e no crescimento dos leitões (QUINIOU; NOBLET, 1999; RENAUDEAU et al., 2003; MARTINS et al., 2008). A baixa ingestão de ração e o balanço energético negativo na lactação mobilizam tecidos corporais, com efeito negativo na reprodução pós-desmame das matrizes (RENAUDEAU; NOBLET, 2001; THAKER; BILKEI, 2005; FARMER et al., 2006; SCHENKEL et al., 2010).

Com o propósito de investigar a interferência da temperatura e umidade do ar em relação ao ambiente térmico dos animais, um índice que relaciona a temperatura à umidade do ar foi desenvolvido, que é o índice de temperatura e umidade (ITU). É utilizado para definir a extensão da transferência de calor corporal entre o animal e o ambiente (MATZARAKIS; RUTZ; MAYER, 2007). Estudos apresentam diversos indicadores de estresse térmico, no entanto, pouco pertinentes para matrizes suínas e de difícil entendimento pelos produtores, que utilizam variáveis ambientais subjetivas e de baixa resolução (FERREIRA, 2005).

2 OBJETIVOS

Objetivou-se, no primeiro estudo, avaliar o ambiente térmico em três posições, próximo ao *pad cooling* (setor leste), no centro e próximo aos exaustores (setor oeste) em um galpão maternidade com resfriamento evaporativo com pressão negativa (SRE) em relação as variáveis fisiológicas de termorregulação, os desempenhos produtivo e reprodutivo de fêmeas suínas lactantes, no verão; Objetivou-se no segundo estudo, comparar os sistemas de resfriamento evaporativo com pressão negativa (SRE) e

aspersão de água sobre o telhado (AAT) de galpões maternidade, analisando as variáveis fisiológicas de termorregulação, os hormônios tireoidianos (T3 e T4) e a relação neutrófilos/linfócitos em matrizes suínas em lactação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Termorregulação dos suínos

O suíno é uma espécie animal com baixa adaptação aos ambientes com elevadas temperaturas. Neste contexto, verifica-se que esta espécie apresenta um sistema termorregulador limitado que dificulta o controle térmico, a alta taxa metabólica que eleva a produção de calor metabólico, extratos de tecido adiposo subcutâneo, e as glândulas sudoríparas queratinizadas afuncionais, que inviabiliza a perda de calor por sudorese (ROBINSON, 2004). Por causa desses componentes físicos, o suíno tem dificuldade para se adequar aos ambientes quentes, em relação a outras espécies de animais de produção (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010).

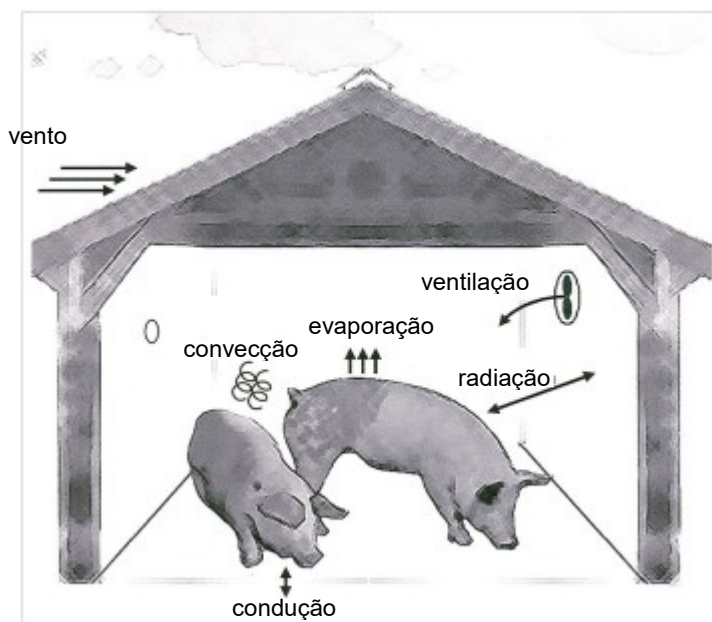
Os animais homeotérmicos, como os suínos, podem regular sua temperatura corpórea, quando submetidos a variações de temperatura ambiente. O hipotálamo, que é o centro termorregulador, através de sensores nervosos localizados no interior e no exterior do corpo, controla a produção e a dispersão do calor pela vasodilatação cutânea, pilo ereção, alterações na frequência respiratória e no metabolismo (GUYTON; HALL, 2011; GUYTON; HALL, 2002a). A produção de calor nas diferentes camadas internas do corpo do animal varia devido ao metabolismo de cada órgão (ROBINSON, 2004).

Para dissipação do calor produzido pelo metabolismo, os suínos recorrem aos mecanismos de condução, convecção, radiação e evaporação. A eliminação de calor por radiação, condução e convecção é denominada de troca sensível e estão na dependência da diferença entre a temperatura da pele (superfície) do animal e a do ambiente no qual está inserido (ANDERSSON; JONASSON, 2006). Quando a eliminação do calor excedente ocorre por evaporação da água via sistema respiratório e pele, é designada de troca latente (DESHAZER; HAHN; XIN, 2009) (Figura 1).

Durante o dia, ao passar das horas, as temperaturas do ambiente se alteram. Inicialmente o animal homeotérmico ajusta a sua temperatura superficial por meio da vasodilatação ou vasoconstrição e mudam seu comportamento e posturas para melhores trocas térmicas no ambiente (DESHAZER; HAHN; XIN, 2009). Assim sendo, o

isolamento térmico do animal com o meio é reduzido com a vasodilatação e aumentado com a vasoconstrição (DA SILVA; CAMPOS MAIA, 2013).

Figura 1- Trocas de calor entre um animal e o ambiente. Fonte: Adaptado de Hahn (1994) citado por Deshazer; Hahn; Xin (2009)



3.2 Troca de calor do animal com o ambiente

3.2.1 Condução

O deslocamento do calor pela condução acontece entre as estruturas físicas, como líquidos, sólidos e gases, quando estes entram em contato direto. A condução térmica é a transferência do calor entre partes de um corpo por meio do deslocamento ou agitação das moléculas, ou pelo transporte de elétrons livres, como no caso dos metais (DA SILVA; CAMPOS MAIA, 2013; SCHMIDT-NIELSEN, 2002).

Em situações de temperaturas elevadas, os animais alteram sua atividade metabólica e comportamento para se adaptarem ao meio. Nestas situações, os animais ajustam seu fluxo sanguíneo do interior para a superfície do corpo, resultando em uma maior transferência de energia térmica, favorecendo a perda de calor (DA SILVA; CAMPOS MAIA, 2013; COLLIN et al., 2001a). Através da condução, parte do calor da superfície cutânea passa para o ambiente (água, superfície de repouso, etc.), quando a

temperatura ambiente (da água ou do ar) é inferior à temperatura corpórea (GÜTLER et al., 1987).

A eliminação do calor corporal ocorre de diferentes formas para o meio. Uma pequena parcela do calor é dissipada pela condução do calor do corpo para objetos sólidos. Entretanto, cerca de 15% do calor corporal é perdido pela condução para o ar (GUYTON; HALL, 2002a). A capacidade de o animal perder calor pela condução depende das suas características corporais, como espessura do pelame e da cobertura de gordura, que de algum modo, podem dificultar a perda de calor endógeno (BAÊTA; SOUZA, 2010).

3.2.2 Convecção

A convecção é a eliminação de calor em que os líquidos ou gases entram em contato com a superfície do corpo, que está mais quente. Desse modo, o calor passa da pele para os fluidos mais frios e, para uma melhor transmissão de calor, é imprescindível um gradiente térmico elevado entre os elementos (ROBINSON, 2004). Inicialmente, o calor corporal deve passar para o ar, que, em seguida, é conduzido pela corrente convectiva (GUYTON; HALL, 2002a).

Características da superfície do corpo, temperatura da pele, tamanho corporal e taxa de movimentação das correntes de ar interferem na taxa de troca convectiva. A convecção forçada por uma brisa ou uma corrente de água é mais eficiente que a convecção natural porque o gradiente térmico é mantido por uma renovação constante dos gases ou líquidos que recobrem a superfície animal (ROBINSON, 2004). A convecção forçada remove o calor pela atuação de uma corrente fluida, exercida por uma força externa, como um ventilador (ventilação positiva) ou exaustor (ventilação negativa) (BAÊTA; SOUZA, 2010).

3.2.3 Radiação

Os animais homeotérmicos são capazes de ganhar e perder grandes quantidades de calor. A transferência por radiação se dá, em parte, pela absorção da irradiação térmica sobre o animal e, ainda, pela reflexão da emissão própria (GÜTLER et al., 1987). A temperatura do corpo que emite o calor interfere na potência e no comprimento de oscilação da radiação (SCHMIDT-NIELSEN, 2002). Objetos mais

quentes emitem radiação eletromagnética em comprimento de onda mais curto, com mais emissões por unidade de tempo, que os objetos mais frios, ou seja, a taxa de transferência se dá do objeto mais quente para o objeto mais frio (ROBINSON, 2004)

Salienta-se que, quando o animal está envolvido por um ambiente termicamente neutro ou aquecido, ocorre eliminação de calor por radiação. O calor de um animal pode ser perdido para as paredes de uma construção, mesmo que o ar do ambiente esteja aquecido (ROBINSON, 2004). O suíno tem a capacidade de eliminar altas quantidades de calor por radiação e ganhar calor quando alojado em ambientes aquecidos pela insolação dos telhados e das áreas circunvizinhas das instalações (PERDOMO, 2006).

3.2.4 Evaporação

A eliminação do calor do animal por evaporação é importante quando a temperatura do meio se aproxima ou fica maior que a temperatura corporal. Entretanto, a eficácia do processo evaporativo é reduzida na medida em que há elevação da umidade relativa do ar (ROBINSON, 2004). A perda evaporativa é o sistema de resfriamento no qual o animal melhor se adapta a ambientes com elevadas temperaturas, fazendo a troca de calor por mudança dos fluídos do corpo para o estado gasoso (GUYTON; HALL, 2002a).

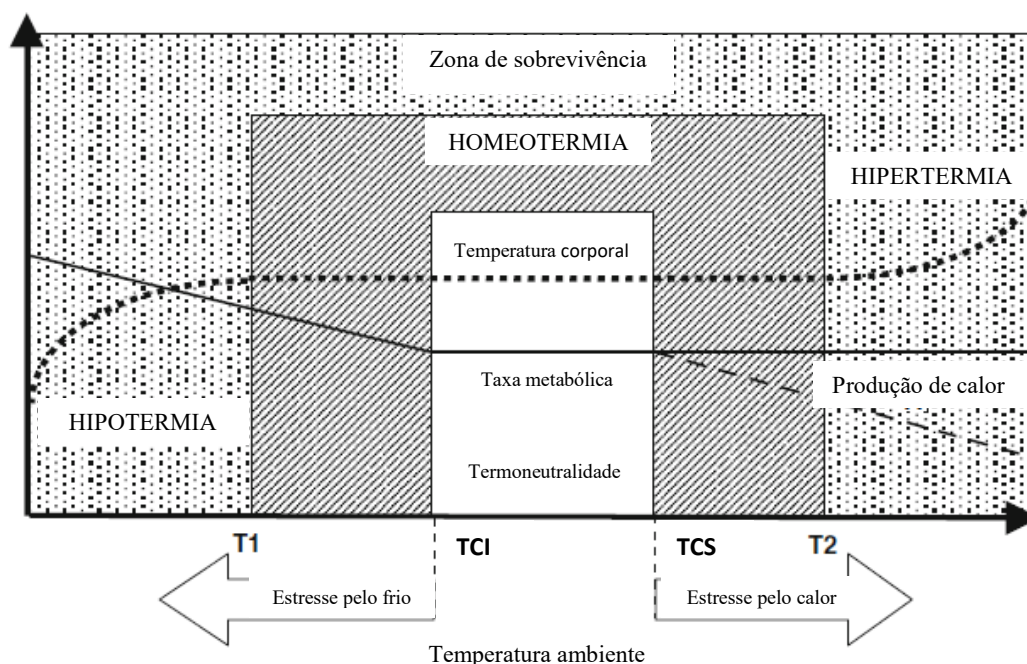
Os suínos por serem ineficientes no processo de eliminação de calor por sudação, são mais sensíveis em condições de altas temperaturas (EINARSSON; MADEJ; TSUMA, 1996), em razão da espessura de toucinho e das glândulas sudoríparas sem funcionamento (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010). Estes animais, sob altas temperaturas, aumentam os movimentos respiratórios para aumentar a eliminação de calor por evaporação e diminuem a taxa metabólica para reduzir a produção de calor interna e manter a homeotermia (COLLIN et al., 2001b).

3.3 Zona de termoneutralidade para fêmeas suínas

A espécie suína possui um intervalo de temperatura ambiente ideal entre temperatura crítica inferior e a temperatura crítica superior. Quando um animal permanece dentro de sua zona de termoneutralidade (Figura 2), o gasto energético para manter a estabilidade térmica é mínimo, e grande parte da energia da dieta é utilizado para as atividades fisiológicas, como o crescimento, a gestação e a lactação (MARTINS;

COSTA; SILVA, 2008). Animais em locais abaixo da temperatura crítica inferior, aumentam a geração de calor para preservar a homeotermia e, além da temperatura crítica superior, o excesso do calor produzido e o ganho do ambiente precisam ser eliminados (COLLIN et al., 2001b).

Figura 2 - Zona de temperatura ambiente relacionada a variações na taxa metabólica e na temperatura corporal. TCI- Temperatura critica inferior e TCS- Temperatura crítica superior.
Fonte: adaptado de Da Silva e Campos Maia (2013)



Os suínos adultos possuem uma baixa adaptação em condições de temperaturas altas, por terem um intervalo de termoneutralidade reduzido. Em fêmeas suínas em lactação, a zona de termoneutralidade é de 12 a 22 °C (QUINIQU; NOBLET, 1999), já Willians et al. (2013) relataram, para fêmeas suínas, temperaturas de 18 a 20 °C como conforto térmico e de 24 a 30 °C como estresse por calor. A umidade do ar ideal deve estar entre 50% e 70% (SAMPAIO et al., 2004).

Os animais homeotérmicos, ao serem sujeitos ao estresse pelo calor, modificam suas fisiologias para regular a temperatura corporal. Uma resposta importante é a vasodilatação periférica, que resulta na condução do calor do centro do corpo para as extremidades, aumentando o gradiente térmico com o meio, acarretando maiores eliminações de calor corporal por radiação, convecção e condução (SAMPAIO et al.,

2004). Não ocorrendo uma vasodilatação suficiente, o organismo aumenta o resfriamento evaporativo, por meio da transpiração ou ofegação. Em ambientes quando a temperatura ambiental supera a temperatura da pele, o meio eficiente de perda de calor é o resfriamento evaporativo (ROBINSON, 2004).

Em resposta às condições de estresse por calor, os suínos elevam a frequência respiratória para intensificar a perda de calor por evaporação, já que a perda por sudorese é nula. Nos suínos, a temperatura corporal e a frequência respiratória normais oscilam entre 38,7 °C e 39,8 °C (ROBINSON, 1993) e 15 e 25 respirações por minuto, respectivamente (RADOSTITS; MAYHEW; HOUSTON, 2002). Quando a frequência respiratória ultrapassa 40 respirações por minuto considera-se uma situação de estresse por calor (ROZEBOOM; SEE; FLOWERS, 2000).

3.4 Influência das altas temperaturas sobre as matrizes suínas

Em sistemas intensivos de produção de suínos é necessário oferecer um ambiente térmico ideal para promoção do bem-estar, especialmente para as matrizes em lactação. Deve-se considerar que o processo de lactação é complexo e resulta em interferências fisiológicas e o aumento no metabolismo (NAZARENO et al., 2012). Em instalações, quando a temperatura ambiente é maior que a temperatura crítica superior, a condição térmica pode interferir na homeotermia, resultando em problemas de desempenho produtivo e reprodutivo, e influenciando negativamente no seu desempenho (MARTINS et al., 2008).

3.4.1 Temperatura retal de porcas em ambientes quentes

A temperatura retal é considerada como uma medida adequada e é um bom indicador do calor corporal, importante para analisar a influência das condições térmicas do meio sobre o animal (ORLANDO et al., 2001).

Matrizes suínas na fase lactacional possuem elevado metabolismo e necessitam estar em conforto para ingestão de alimentos e produção de leite. A temperatura crítica superior das matrizes em lactação é de 22 °C e, quando a temperatura ambiente supera 25 °C, as vias metabólicas da regulação térmica ficam saturadas ou insuficientes para evitar um aumento na temperatura retal (QUINIOU; NOBLET, 1999). O estudo de Gourdine et al. (2007) demonstrou a consequência negativa das épocas de calor no

desempenho e na temperatura retal das porcas, descrevendo que a fêmea diminui o seu nível metabólico de produção de calor. Contudo, no decorrer da estação quente do ano, a temperatura retal aumenta.

A medida da temperatura retal é uma prática importante, pois acompanha as alterações na sanidade e no comportamento dos animais. Porcas lactantes em termoneutralidade possuem uma temperatura retal próximo a 38,6 °C (RENAUDEAU; QUINIOU; NOBLET, 2001). Em estudos de Corassa et al. (2014), a temperatura retal das porcas em lactação oscilou entre os períodos do dia, com valores mais elevados nos horários de 15h e 21h (39,24 e 39,32 °C, respectivamente) em relação às 03h e 09h (38,87 °C e 38,67 °C, respectivamente).

3.4.2 Temperatura superficial de porcas sob calor

Sob estresse pelo calor, há aumento do fluxo sanguíneo periférico e a pele do animal tem sua temperatura aumentada para auxiliar na perda de calor de forma sensível, da superfície para o meio. Em ambientes com temperaturas mais altas, a temperatura da superfície do suíno aproxima-se da temperatura corporal (WILLIAMS, 2009). Animais mantidos em locais quentes apresentaram temperaturas superficiais superiores aos alojados em ambientes termoneutros, confirmando que a temperatura da superfície é uma medida complementar para análise da condição física dos animais em diferentes ambientes térmicos (LOPEZ et al., 1994).

Para avaliar o desempenho e as medidas de termorregulação de matrizes suínas em lactação na estação quente do ano, Justino et al. (2015) utilizaram os sistemas de ventilação natural e o resfriamento evaporativo. Esses autores constataram que o sistema evaporativo proporcionou menores temperaturas do ar em relação ao natural e que os animais, no sistema adiabático, tiveram redução na temperatura superficial nos períodos matutino e vespertino, em comparação ao sistema de ventilação natural.

3.4.3 A frequência respiratória de suínos em altas temperaturas

As alterações nos movimentos respiratórios são uma das alternativas para avaliação da condição física dos suínos. O animal em estresse térmico aumenta sua frequência respiratória, em função da respiração ser uma atividade fisiológica eficaz na manutenção da regulação da temperatura corporal (MANNO et al., 2006). O aumento da

respiração elimina o calor corporal, pelas vias aéreas, para o meio, e é um dos recursos da termorregulação dos suínos (CHRISTON, 1988; RENAUDEAU et al., 2005).

Os suínos, quando em condições de termoneutralidade, apresentam movimentos respiratórios entre 15 e 50 respirações por minuto e temperatura retal de 38,6 °C a 39,3 °C (HANNAS, 1999). Para porcas lactantes, em homeostasia térmica, as respirações são de 20 a 30 por minuto e a temperatura retal média de 39,1 °C (ROBINSON, 2004). Com a temperatura do ambiente acima de 28 °C, as porcas podem atingir 80 respirações por minuto e uma temperatura retal de 39,4 °C (JUSTINO et al., 2015).

3.4.4 Relação neutrófilo: linfócito em matrizes sob estresse térmico

Alguns elementos hematológicos podem ser usados como indicadores de alterações no estado físico dos animais, como o estresse. Os neutrófilos e linfócitos são células sanguíneas que fazem parte do sistema imunitário (DUKES, 2006a). Os neutrófilos são formados na medula óssea vermelha, a partir de mioblastos neutrofilicos extravasculares e são ativos na fagocitose para defesa do organismo contra infecções, agentes estranhos e degradam o tecido morto (necrótico), formando o pús (FRANDSON, 1979; DUKES, 2006a).

No animal em situação de estresse, que acarreta algum grau de destruição tecidual, ou até mesmo a fadiga extrema, pode ocorrer a neutrofilia (GUYTON, 1977). Este autor afirma ainda que a neutrofilia fisiológica pode aumentar os neutrófilos até o dobro do normal em situação de atividade física elevada, pois esta ativa a circulação e os neutrófilos marginalizados que estão aderidos nas paredes dos capilares retornam à circulação.

Os linfócitos são formados nos centros germinativos dos tecidos linfoides (linfonodo, baço, timo), desempenham importante papel na imunidade e não são fagocitários, sendo ativos em resposta à estimulação antigênica, para produção de anticorpos (DUKES, 2006a). Frandson (1979) afirma que os linfócitos são capazes de se transformarem em outros tipos de células no sangue e quando produzem anticorpos contra toxinas ou antígenos, tornam-se linfócitos comprometidos. Siegel (1983) descreve que o estresse térmico pode acarretar atrofiamento dos tecidos linfoides, o que reduz o número de linfócitos e eleva os anticorpos heterófilos circulantes. Conforme

Reece (1996) há uma maior porcentagem de linfócitos em relação aos neutrófilos entre animais de casco fendido (suínos, bovinos, ovinos e caprinos).

A descarga de adrenalina nos animais submetidos a fatores estressantes aumenta proporcionalmente a concentração dos leucócitos circulantes, promovendo a leucocitose fisiológica (SMITH, 2000). Em suínos nesta condição, o sistema de defesa aumenta o número de neutrófilos (MORROW-TESCH; MCGLONE; SALAK-JOHNSON, 1994) e reduz os linfócitos (HICKS et al., 1998). As respostas de neutrófilos e linfócitos durante o estresse normalmente implicam em neutrofilia e linfopenia (MADDEN; FELTEN, 1995).

Reece (1996) cita que o número de leucócitos por μL de sangue em suínos adultos varia de 15.000 a 22.000, sendo a porcentagem de neutrófilos de 30 a 35% e linfócitos de 55 a 60% do valor específico. Para Frandson (1979), a contagem diferencial em porcentagem de neutrófilos e linfócitos em suínos adultos normais é de 40% e 50%, respectivamente.

Matrizes suínas gestantes alojadas em instalações com diferentes modelos de climatização foram avaliadas por Quiñonero et al. (2009). Os autores verificaram que as fêmeas criadas em galpão com aspersão de água no telhado apresentaram maior relação neutrófilos/linfócitos (N/L- 1,095), em relação aos animais alojados em sistema de resfriamento por painel evaporativo (N/L- 0,850). As matrizes criadas em instalação com sistema de painel evaporativo foram submetidas a menor estresse, supostamente porque a temperatura não ultrapassou os 33 °C; enquanto, nos galpões com aspersão sobre o telhado, a temperatura atingiu os 37 °C. Assim, a relação N/L pode ser usada como um sinal de estresse térmico.

Hyun et al. (2005) para determinar os efeitos do estresse sobre o comportamento e medidas hematológicas em suínos em crescimento mantiveram um grupo em condição termoneutra de 24 °C e outro sob temperaturas de 28 a 34 °C. O grupo sob alta temperatura apresentou maior percentual de neutrófilos e menor de linfócitos, e, conseqüentemente, maior proporção de neutrófilos: linfócitos (N/L) ($P < 0,05$).

3.4.5 Concentrações dos hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) sob condições de calor

A glândula tireoide exerce um considerável efeito sobre o metabolismo animal, sintetizando os hormônios triiodotironina (T3), tetraiodotironina ou tiroxina (T4). O T3 e T4 estão relacionados ao ajuste no consumo de glicose, lipídeos e proteínas, na manutenção da temperatura dos homeotérmicos, pelo aumento ou diminuição da taxa metabólica basal, por isso é conhecido como efeito calorígeno dos mamíferos e aves (GRECO; STABENFELDT, 2004). A atividade tireoidiana está intimamente relacionada à aclimação dos animais (GONZÁLEZ; SILVA, 2006). Assim, ao expor animais a altas temperaturas, estes podem apresentar redução dos valores de T3 e T4, relacionados à menor produção do calor metabólico (TAVARES et al., 2000, SALEM et al., 1991; ALNAIMY et al., 1992; STARLING et al., 2005).

A segregação dos hormônios tiroidianos segue um padrão normal quando o animal permanece em conforto. O triiodotironina e o tiroxina estão na proporção de 10% e 90%, respectivamente. O T3 tem latência (tempo de reação) de seis a 12 dias e permanência no sangue de dois a três dias; o T4 tem um período de latência de dois a três dias, com um tempo de 10 a 12 dias (GUYTON; HALL, 2002b). Para Greco; Stabenfeldt (2004) a meia vida de T3 é de um dia e a T4 de seis a sete dias, e Dukes (2006b) cita que T3 tem meia vida de 16 a 48 horas, sendo curta e mais ativa e T4 entre dois a seis dias, com meia vida mais longa e menos ativa. O T3 tem menor tempo de persistência no organismo por ter uma ação mais intensa e atividade metabólica mais rápida (GUYTON; HALL, 2002b). Grande parte do hormônio T3 é oriunda do T4, que é um pró-hormônio, que, após ser distribuído pela circulação, é convertido em T3, pela ação das enzimas desidases dos tecidos (FISHER, 1996).

Porcas em lactação foram separadas em grupos de fêmeas submetidas à temperatura de 20 °C, com ração à vontade; matrizes submetidas a 20 °C, com ração restrita; e porcas em ambiente com temperatura de 30 °C, com ração à vontade. Neste experimento, De Bragança; Mounier; Prunier (1998) verificaram menores concentrações plasmáticas de T3 e T4 nos animais criados a 30 °C, que a 20 °C. Assim, concluíram que, em estresse por calor, há a diminuição da atividade da tireoide, com redução nas concentrações de T3 e T4, causando um decréscimo no metabolismo e, assim sendo, explicando a menor produção de leite destas matrizes.

As concentrações de T3 e T4 no sangue de fêmeas suínas, no estudo de Kallfez; Erali (1973), foram de 37,1 ng dL⁻¹ para T3 e de 4,70 ng dL⁻¹ para T4 em marrãs; e, em

matrizes em anestro, as concentrações de T3 e T4 foram de 32,6 ng dL⁻¹ e 2,10 ng dL⁻¹, respectivamente. Com base nesses dados, concluíram que, para animais adultos, as concentrações séricas de T3 e T4 são menores que nos jovens. Contudo, Toniollo et al. (1998), trabalhando com marrãs, obtiveram valores de 28,0 ng dL⁻¹ (T3) e 2,42 ng dL⁻¹ (T4) e concluíram que os hormônios tireoidianos podem ter sua produção e seus resultados influenciados por fatores de meio, como manejo, sazonalidade, temperatura, coleta, processamento do material e metodologias laboratoriais.

3.5 Sistemas de Climatização

O processo de climatização das instalações zootécnicas vem evoluindo com os anos. Esta evolução acompanha a tecnificação dos sistemas de produção. Várias alternativas para o acondicionamento térmico dos animais estão à disposição, como a ventilação natural e artificial, a umidificação, os materiais de construção e o sombreamento dos arredores do galpão (DIAS et al., 2011). No estudo de Morales et al. (2013), estes descrevem que o uso de ventilação forçada ou o resfriamento evaporativo na maternidade favorecem a termorregulação de porcas e podem ser alternativas para reduzir perdas na produção.

Dependendo dos investimentos e dos níveis produtivos desejados, pode-se adotar, nos galpões de suínos, os sistemas naturais e artificiais de ventilação. Para a ventilação via natural, deve-se dar atenção aos projetos arquitetônicos dos galpões, como localização, orientação, matérias-primas para as construções e ao paisagismo circunvizinho (PERIN et al., 2016). No galpão convencional, normalmente não é instalado nenhum tipo de dispositivo de ventilação: o movimento do ar se deve às aberturas laterais, com o manejo de cortinas, altura do pé direito e largura do galpão (TOLON; NÃÃS, 2005).

Para amenizar a influência da temperatura do meio sobre os animais alojados em galpões convencionais, há alternativas práticas. Por exemplo, nas épocas quentes do ano, nos horários de maiores temperaturas no dia, uma alternativa é a aspersão de água sobre o telhado (FURTADO; NASCIMENTO; AZEVEDO, 2003). Oliveira Júnior; Citeli e Mota (2015) verificaram que a aspersão de água sobre telhados de barro e fibrocimento reduz a temperatura na parte interna das telhas por meio da refrigeração evaporativa, diminuindo o calor no interior dos galpões. No entanto, para evitar o

excesso de umidade ao redor dos galpões, é indicado equipar as coberturas com um sistema coletor da água aspergida, para sua reutilização (VAQUERO, 1981).

Os sistemas artificiais de controle térmico das instalações demandam investimentos, oneram a produção e demandam mais tecnologia para o funcionamento. Para o sistema de ventilação artificial forçada utilizam-se os ventiladores e exaustores, que combinam alta vazão de ar e baixas intensidades de consumo de energia e ruído (TOLON; NÃÃS, 2005). Um aumento na velocidade do ar pode interferir de forma favorável no conforto e na produção dos suínos, sendo que, ao se aumentar a velocidade do ar sobre os animais, há uma melhor perda de calor via convecção (YANAGI JUNIOR, 2006). Na maternidade a velocidade do ar indicada para os leitões é de 0,1 a 0,2 m.s⁻¹, e para as matrizes de 0,1 a 0,3 m.s⁻¹ (BENEDI, 1986).

Com a evolução dos equipamentos, pode-se combinar elementos que até um determinado momento traziam transtornos para os suínos. O uso da água associada a ventilação, positiva ou negativa, pode ser usada de diferentes formas de resfriamento evaporativo, como a aspersão, a nebulização, e os painéis evaporativos (TOLON; NÃÃS, 2005). No resfriamento de galpões, tanto a nebulização quanto os painéis evaporativos acarretam aumento na quantidade de vapor d'água no ar, e, assim, podem reduzir a temperatura ambiente. E isso só é possível se houver baixa quantidade de vapor d'água nos galpões (MORALES et al., 2013). A ventilação por nebulização, em condições brasileiras, pode reduzir a temperatura do ar em até 6 °C (TINÔCO; GATES, 2005); no resfriamento evaporativo ou adiabático, que integra a ventilação forçada sobre painéis evaporativos (*pad cooling*), pode-se diminuir a temperatura do ar no interior do galpão em até 10 °C (ABREU; ABREU, 2006).

3.6 Climatização da maternidade

As instalações zootécnicas devem proporcionar ampla proteção aos animais, principalmente contra as intempéries. Um dos fatores básicos que influenciam a produção suína é o ambiente térmico, sendo imprescindível o seu conhecimento para elaboração e condução de projetos produtivos, tanto quanto para as instalações, os sistemas de resfriamento e o manejo dos animais (BAÊTA; SOUZA, 2010). Todavia, para que os animais expressem o seu potencial de produção, é importante analisar a relação entre genética, sanidade, nutrição e ambiente. O ambiente térmico compreende

os resultados da radiação solar, velocidade do vento, a temperatura e a umidade do ar, que associadas, são o princípio para a termoneutralidade e a atividade normal dos processos fisiológicos (FALCO, 1997).

As técnicas construtivas e os equipamentos para climatização são aplicados para reduzir a temperatura interna dos galpões. No Brasil, os galpões têm a orientação no sentido leste oeste, e, em geral, largas de oito a 12 metros e pés-direitos de 3,2 metros, com as laterais abertas para a ventilação natural e melhor qualidade do ar (NÄÄS; JUSTINO, 2014). Nas granjas tecnificadas de alta produção, o uso de galpões com sistemas de climatização é uma alternativa viável para proporcionar termoneutralidade, principalmente para porcas em lactação no verão, uma vez que reduz o calor e promove termorregulação dos animais (JUSTINO et al., 2015).

Para a redução das perdas produtivas geradas pelas altas temperaturas, alguns sistemas tecnificados de climatização foram elaborados. Os sistemas de ventilação positiva com ventiladores, o resfriamento evaporativo com pressão negativa (TOLON; NÄÄS, 2005) e os sistemas de gotejamento (BARBARI; CONTI, 2009), sistema de climatização por evaporação sob a cabeça (PERIN et al., 2016) são opções que geram bons resultados em ambientes quentes, diminuindo a temperatura retal, evitando a perda de peso, melhoria no consumo de ração da matriz e o desempenho no crescimento das leitegadas (MORALES et a., 2013).

3.7 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

Estudos dos índices das variáveis térmicas e suas influências sobre a produção, e o bem-estar animal são levantados por vários estudiosos em bioclimatologia. O uso dos índices ambientais possibilita uma análise mais apropriada da condição ambiental e proporciona uma ferramenta para comparação dos dados zootécnicos obtidos em diferentes localidades de um país (BAÊTA; SOUZA, 2010). Trabalhos a campo estabelecem índices e tabelas para auxiliar os produtores e técnicos a identificar a combinação dos fatores bioclimáticos com a termoneutralidade dos animais, por meio de equipamentos, como os termômetros de bulbo seco e úmido e globos negros (THOM, 1959; BAÊTA; SOUZA, 2010).

Com o propósito de analisar o resultado dos elementos meteorológicos sobre o indivíduo (homem ou animal), reuniram-se as informações em uma única medida para a

classificação dos ambientes. Neste sentido, Thom (1959) elaborou um índice térmico para humanos, e posteriormente adaptado para animais, que é denominado de Índice de Temperatura e Umidade (ITU). O ITU associa temperatura e umidade do ar com o desempenho dos animais, com o propósito de monitorar e reduzir as perdas relacionadas ao estresse térmico (BUFFINGTON et al., 1981; BOHMANOVA; MISZTAL; COLE, 2007). O cálculo do ITU leva em consideração as informações meteorológicas disponíveis por meio de instrumentos moduláveis e de estações meteorológicas (BOHMANOVA; MISZTAL; COLE, 2007).

Algumas equações foram elaboradas e são utilizadas para caracterizar as diferentes condições térmicas ambientais. A equação de Thom (1959) é: $ITU = Ta + 0,36 \times Tpo + 41,5$; onde Ta é a temperatura do ar ($^{\circ}C$) e Tpo é a temperatura em ponto de orvalho, que é a temperatura a qual o vapor d'água no ar se condensa. As condições ambientais de animais de produção, de acordo com o NRC (1971) baseiam-se em: $ITU = (1,8 \times Ta + 32) - (0,55 - 0,0055 \times UR) \times (1,8 \times Ta - 26)$, onde Ta é a temperatura do ar ($^{\circ}C$) e UR é a umidade relativa. Já Yousef; Johnson (1985) aplicaram a equação: $ITU = Ta + 0,36 \times Tpo + 41,2$.

Apesar das diferentes equações estabelecidas, os valores obtidos são próximos e representam a situação térmica na qual o animal se encontra. Na avaliação da termoneutralidade para suínos, Hahn, Parkhurst e Gaughan (1985) descrevem as escalas do ITU como normal até 70; estado crítico de 71 a 78; situação de perigo de 79 a 83; e condição de emergência, valores superiores a 83. No entanto, St-Pierre, Cobanov e Schnitkey (2003) descrevem que quando ITU é igual ou inferior a 74, os animais se mantêm em condições de normalidade térmica. Botto et al. (2014) descrevem o valor satisfatório de $ITU \leq 74$; um valor crítico, de $74 \geq ITU \leq 79$; perigoso, de $79 \geq ITU \leq 84$; e, caso o valor atinja ou exceda um $ITU \geq 84$, é considerado uma situação de emergência. Wegner et al. (2016) avaliaram o desempenho reprodutivo de matrizes suínas nos períodos de verão de 2009 a 2011 e obtiveram os valores médios de ITU inferiores a 74. Porém, durante 38 dias, o ITU variou de 75 a 78; de 79 a 83 em 10 dias; e maior que 84 em cinco dias. Com base nesses dados, conclui-se que as oscilações nos valores de ITU estão diretamente relacionadas às épocas do ano.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. Avaliação do Sistema de Resfriamento Evaporativo por meio de *Pad Cooling*. **Comunicado técnico**, n. 436, EMBRAPA, Concórdia, SC, 2006.
- ALNAIMY, A. et al. Heat stress. In: PHILLIPS, C.; PIGGINS, D. (Eds.) **Farm animals and the environment**. Wallingford: CAB International, p.27-47, 1992.
- ANDERSSON, B.E.; JONASSON, H. Regulação da Temperatura e Fisiologia Ambiental. DUKES. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 946 p., 2006.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: termoneutralidade animal**. 2. ed., Viçosa: Editora UFV, 269 p. 2010.
- BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANIL, G.R.; BARBOSA, C.N. Indicadores do bem-estar em suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.10, p.1823-1830, Out, 2011.
- BARBARI, M.; CONTI, L. Use of different cooling systems by pregnant sows in experimental pen. **Biosystems Engineering**, London, v.103, p.239-244, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.02.016>.
- BENEDI, J.M.H. **El ambiente de los alojamientos ganaderos**. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Extensión Agrária. Madrid: Hojas Divulgadoras, n.6/86 hd, 28 p.,1986.
- BLOEMHOF, S. et al. Sow line differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86, p.3330-3337, 2008. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0862>.
- BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLE, J. B. Temperature-Humidity Indices as indicators of milk production losses due to heat stress. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.90, n.4, p. 1947–1956, 2007. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>.
- BOTTO, L. et al. The effect of evaporative cooling on climatic parameters in a stable for sows. **Research in Agricultural Engineering**, Nitra, Slovak Republic, v.60, p. 85-91, 2014. DOI: <https://doi.org/10.17221/40/2013-RAE>.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.5380/avs.v9i2.4057>.
- BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n.3, p.711-714, 1981. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.34325>.

CHRISTON, R. The effect of tropical ambient temperature on growth and metabolism in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, p.3112-3123, 1988. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1988.66123112x>.

COLLIN, A. et al. Effects of exposure to high temperature and feeding level on regional blood flow and oxidative capacities of tissues in piglets. **Experimental Physiology**, New York, v.86, p.83–91, 2001a. DOI: <https://doi.org/10.1113/eph8602102>.

COLLIN, A. et al. Effect of high temperature on feeding behaviour and heat production in group-housed young pigs. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.86, p.63-70, 2001b. DOI: <https://doi.org/10.1079/BJN2001356>.

CORASSA, A. et al. Comportamento e parâmetros fisiológicos de porcas em lactação na transição Cerrado-Amazônia. **Comunicata Scientiae**, Sinop, v.5, n4, p.286-294, 2014.

DA SILVA, R. G.; CAMPOS MAIA, S. C. Thermal Balance and Thermoregulation. In: **Principles of Animal Biometeorology**. Heidelberg: Springer, p.75-101. 2013. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-5733-2_3.

DE BRAGANÇA, M.M.; MOUNIER, M.; PRUNIER, A. Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.2017-2024, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/1998.7682017x>.

DEMORI, A.B. et al. Criação intensiva de suínos em confinamento ou ao ar livre: estudo meta-analítico do desempenho zootécnico nas fases de crescimento e terminação e avaliação de carcaça no *Longissimus dorsi*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, 2012.

DESHAZER, J.A.; HAHN, G. L.; XIN, H. Chapter 1: Basic Principles of the Thermal Environment and Livestock Energetics, In: DESHAZER, J.A. (Ed.) **Livestock Energetics and Thermal Environmental Management**, St. Joseph, Michigan. p.1-22, 2009.

DIAS, C.A. et al. **Manual Brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos**. Brasília-DF: ABCS, MAPA, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 140p. 2011.

DUKES. **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 12. ed. 946p., 2006a.

DUKES. **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 12. ed. cap. 37, p. 603-604, 2006b.

EINARSSON, S.; MADEJ, A.; TSUMA, V. The influence of stress on early pregnancy in the pig. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v.42, p.165-172, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(96\)01516-3](https://doi.org/10.1016/0378-4320(96)01516-3).

FALCO, J.E. **Bioclimatologia animal**. Lavras: UFLA, 57 p., 1997.

FARMER, C. et al. Impacts of a modified farrowing pen design on sow and litters performance and quality during two seasons. **Livestock Science**, Quebec, v.104, p.303-312, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.04.010>.

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

FISHER, D.A. Physiological variations in thyroid hormones: physiological and pathophysiological considerations. **Clinical chemistry**, New York, v.42, n.1, p.135-139, 1996.

FRANDSON, R.D. **Anatomia e fisiologia dos animais domésticos**, 2. ed., São Paulo (SP) Guanabara Koogan, p.162, 1979.

FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J.W.B.; AZEVEDO, P.V. Análise do conforto ambiental em galpões avícolas utilizando telhas de barro e suas associações no agreste paraibano. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, Campinas, n.5, p.107, 2003.

GOURDINE, J.L. et al. Rectal Temperature of Lactating Sows in a Tropical Humid Climate according to Breed, Parity and Season. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, Guadeloupe, v.20, n.6, p.832 – 841, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.832>.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. Bioquímica Hormonal. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, p.299-307, 2006.

GRECO, D.; STABENFELDT, G.H., Endocrinologia. In: CUNNINGHAM J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 3.ed., cap. 33, p.350-357, 2004.

GÜTLER, H. et al. **Fisiologia Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 612 p., 1987.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12.ed., Elsevier, cap. 73, p.913- 922, 2011.

_____, **Tratado de fisiologia médica**. 10.ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, cap. 73, p.769 - 778, 2002a.

_____, **Tratado de fisiologia médica**. 10.ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, cap. 76, p. 802-810, 2002b.

GUYTON, A.C., **Tratado de Fisiologia Médica**. 5.ed., Rio de Janeiro (RJ) Interamericana, cap.6, p. 61-68, 1977.

HAHN, G.L.; PARKHURST, A.M.; GAUGHAN, J.B. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: YOUSEF, M.K. (Ed.). **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, v.2, p.52-145. 1985.

HANNAS, M.I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, 247p. 1999.

HICKS, T.A. et al. Behavioral, endocrine, immune, and performance measures for pigs exposed to acute stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.474-483, 1998. DOI: <https://doi.org/10.2527/1998.762474x>.

HYUN, Y., et al. Environmental temperature, space allowance, and regrouping: Additive effects of multiple concurrent stressors in growing pigs. **Journal of Swine Health Production**, Perry, v.13, n.3, p.131-138, 2005.

JUSTINO, E. et al. Efeito do resfriamento evaporativo e do balanço eletrolítico sobre a lactação de porcas em condições de verão tropical. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.67, n.2, p. 455-464, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-6478>.

KALLFEZ, R.A.; ERALI, R.P. Thyroid tests in domesticated animal: Free thyroxine index. **American Journal Veterinary Research**, Chicago, v.34, n.11, p.1449-51, 1973.

LOPEZ, J. et al. The effects of diets formulated on ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environment. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, p.367- 379, 1994. DOI: <https://doi.org/10.2527/1994.722367x>.

MACHADO FILHO, L. C. P.; HOTZEL, M. J. **Bem-estar dos Suínos**. 5º Seminário Internacional de Suinocultura, setembro de 2000. Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais0009_machado.pdf> Acesso: em 06 jan. 2018.

MADDEN, K. S.; FELTEN, D. L.: Experimental basis for neural immune interactions. **Physiological Reviews**, Rochester, v.75, n.1, p.77-106, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1152/physrev.1995.75.1.77>.

MANNO, M.C. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.471-477, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000200019>.

MARTINS, T.D.D., et al. Postura e comportamento lactacional de matrizes suínas mantidas sob condições de temperatura ambiente elevada, **Biotemas**, Florianópolis, v.21, n.4, p.137-145, dezembro de 2008.

MARTINS, T.D.D.; COSTA, A.N.; SILVA, J.H.V. Respostas termorreguladoras de matrizes suínas híbridas em lactação, mantidas em ambiente quente. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v.32, n.3, p.961-968, 2008.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments-application of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**. Freiburg, v. 51, n.4, p.323–334, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-006-0061-8>.

MORALES, O.E.S. et al. Effect of different systems for the control of environmental temperature on the performance of sows and their litters. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v.41, Pub. 1111, 2013.

MORROW-TESCH, J. L., MCGLONE, J. J; SALAK-JOHNSON, J.L. Heat and social stress effects on pig immune measures. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, p.2599-2609, 1994. DOI: <https://doi.org/10.2527/1994.72102599x>.

NÄÄS, I.A.; JUSTINO, E. Sistemas de climatização parcial e total em granjas de suínos, In: **Produção de suínos: teoria e prática**. Associação Brasileira de Criadores de Suínos; Coordenação Técnica da Integrall Soluções em Produção Animal, Brasília, DF, cap. 21, p.896, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. A guide to environmental research on animals. National Academy of Science, Washington, DC. 1971.

NAZARENO, A.C. et al. Caracterização bioclimática de sistemas ao ar livre e confinado para a criação de matrizes suínas gestantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.3, p.314-319. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000300013>.

NEVES, M.F. et al. **Mapeamento da suinocultura brasileira**. Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS, Brasília, DF, 2016, 1. ed., 376 p. disponível em http://www.abcs.org.br/attachments/-01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf, acesso em 16/01/2018

OLIVEIRA JÚNIOR, J.N.; CITELI, D.F.C.; MOTA, V.G.R. Efeito da refrigeração evaporativa em telhas de barro e fibrocimento no município de Itaperuna-RJ, **Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico- REINPEC**. Itaperuna, n.1, v.1, art.03, Janeiro/Junho, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v1n1a3>.

ORLANDO, U.A.D. et al. Níveis de proteína bruta para leitoas dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura (31°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**,

Viçosa, v.30, n.5, p.1536-1543. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000600022>.

PERDOMO, C.C. **Tópicos da disciplina:** ambiência de suínos. UNOESC - Campus Xanxerê. Pró-reitoria de pesquisa, pós-graduação e extensão. Curso de pós-graduação em sanidade de aves e suínos. Xanxerê, SC, março de 2006.

PERIN, J.; et al. Evaporative snout cooling system on the performance of lactating sows and their litters in a subtropical region, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.2, p.342-347, Fev. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141693>.

QUINIOU, N.; NOBLET, J. Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n. 8, p. 2124-2134, 1999. DOI: <https://doi.org/10.2527/1999.7782124x>.

QUIÑONERO, J.; et al. Physiological indicators of stress in gestating sows under different cooling systems, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, Nov. 2009.

RADOSTITS, O.M.; MAYHEW, I.G.J.; HOUSTON, D.M. **Exame clínico e diagnóstico em veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.71-97, 2002.

REECE, W.O. **Fisiologia dos animais domésticos**. São Paulo - Roca, cap.5, p.91-113, 1996

RENAUDEAU, D. et al. Effect of ambient temperature on mammary gland metabolism in lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, n.1, p.217-231, 2003. DOI: <https://doi.org/10.2527/2003.811217x>.

RENAUDEAU, D. et al. Feeding behavior of lactating sows in hot conditions. **Pig News and Information**, Petit Bourg, v.26, n.1, p.17-22. 2005.

RENAUDEAU, D.; NOBLET, J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, n.6, p.1540-1548, 2001. DOI: <https://doi.org/10.2527/2001.7961540x>.

RENAUDEAU, D.; QUINIOU, N.; NOBLET, J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, n.5, p.1240-1249. 2001. DOI: <https://doi.org/10.2527/2001.7951240x>.

ROBINSON, N.E, Homeostase – Termorregulação. In: CUNNINGHAM J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 51, p.428-435, 1993.

_____. Homeostase – Termorregulação. In: CUNNINGHAM J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 3.ed., cap. 52, p.550-561, 2004.

RODRIGUES, N.E.B.; ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Revista Eletrônica Nutritime**, art.110, v.7, n. 02 p.1197-1211, 2010.

ROZEBOOM, K.; SEE, T.; FLOWERS, B. **Coping with seasonal infertility in the herd**: part I. 2000. Disponível em: <http://mark.asci.ncsu.edu/Swine_News/2000/sn_v2303.htm>, acesso em 20/01/2017.

SALEM, M.H. et al. Diurnal and seasonal rhythm in plasma cortisol, triiodothyronine and thyronine as effected by the wool coat in Barki sheep. **Indian Journal Animal Science**, New Delhi, v.61, n.9, p.946-951, 1991.

SAMPAIO, C.A.P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de termoneutralidade nas condições tropicais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.785-790, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000300020>.

SCHENKEL, A.C. et al. Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. **Livestock Science**, v.132, p.165-172, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.002>.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal** – Adaptação e Meio Ambiente. 5ªed. Reimpressão. São Paulo: Santos, 611 p., 2002.

SIEGEL, H.S. Effects of intensive production methods on livestock health. **Agro-Ecosystems**, Athens, v.8, p-215-230, 1983. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-3746\(83\)90005-7](https://doi.org/10.1016/0304-3746(83)90005-7).

SMITH, G. S. Neutrophils. In: FELDMAN, B.; ZINKL, J.; JAIN, N. C. **Schalm's veterinary hematology**. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, cap.46, p. 281-296. 2000.

STARLING, J.M.C. et al. Variação estacional dos hormônios tireoidianos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p. 2064-2073, 2005.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. **Journal of Dairy Science**, Champaign, [v.86, Supplement](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5), June 2003. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5).

TALAMINI, D. J. D. et al. Custos agregados da produção integrada de suínos nas fases de leitões e de terminação. **Custos e Agronegócio**, Recife, v.2, edição especial, p. 64-83, 2006.

TAVARES, S.L.S. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista**

Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.29, n.1, p.199-205, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000100027>.

THAKER, M.Y.C.; BILKEI, G. Lactation weight loss influence subsequent reproductive performance of sows. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v.88, p.309-318, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.10.001>.

THOM, E.C. **The discomfort index**. Weatherwise, Boston, v.12, n.1, p.57-60, 1959. DOI: <https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>.

TINÔCO, I.F.F.; GATES, R. S. Ambiência e construções para matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES, A.A. **Manejo de matrizes de corte** - FACTA (Fundação APINCO de Tecnologia e Ciência e Tecnologias Avícolas), Campinas, 414 p. 2005.

TOLON, Y.B.; NÄÄS, I.A. Evaluation of types of ventilation in swine maternity. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.565-574, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000300001>.

TONIOLLO, G.H. et al. Avaliação dos níveis séricos de triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) durante o ciclo estral em marrãs (*Sus scrofa domestica* – Linnaeus, 1758). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.35, n.5, p.210-214, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-95961998000500003>.

VAQUERO, E.G. **Projeto e construção de alojamento para animais**. 7. ed. Lisboa, Portugal: Litexa, 237p.1981.

WEGNER, K. et al. Effects of temperature and temperature-humidity index on the reproductive performance of sows during summer months under a temperate climate. **Animal Science Journal**, Tokyo, v.11, p.1334-1339, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/asj.12569>.

WILLIAMS, A.M. **Effects of heat stress on reproduction and productivity of primiparous sows and their piglets performance**. 2009. Tese - University of Missouri, Columbia, 2009.

WILLIAMS, A.M. et al. Effects of a controlled heat stress during late gestation, lactation, and after weaning on thermoregulation, metabolism, and reproduction of primiparous sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.91, n.6, p.2700–2714, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6055>.

YANAGI JUNIOR, T. **Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem-estar animal x clima**. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/ITBA/Index.htm>. Acesso em: 15 jan. 2018.

YOUSEF, M.K.; JOHNSON, H.D. Body fluids and thermal environment. **In: Stress physiology in livestock**. Basic Principle, CRC Press, Boca Raton, FL. v.1, p.133-141, 1985.

CAPÍTULO 2

(Artigo submetido na Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,
ISSN eletrônico 1678-4162)

1 **Desempenho e termorregulação de porcas lactantes alojadas em diferentes**
2 **posições num galpão com sistema de resfriamento evaporativo em ambiente**
3 **tropical**

4

5 *[Performance and thermoregulation of lactating sows housed in different positions in a*
6 *shed with evaporative cooling system in a tropical environment]*

7

8 E.J. RIGO¹; M.R.B.M. NASCIMENTO^{2*}; N.A.M. SILVA²

9

10 ¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias - Universidade
11 Federal de Uberlândia – Uberlândia, MG. *maran@ufu.br

12 ²Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG

13

14

RESUMO

15

16 Determinaram-se os efeitos do alojamento de porcas lactantes, em diferentes posições
17 num galpão com resfriamento evaporativo com pressão negativa (SRE) sobre a
18 termorregulação, desempenho produtivo e reprodutivo, no verão. Utilizou-se 34 fêmeas,
19 nas três linhas de gaiolas, nas posições: próximas aos painéis evaporativos; no meio do
20 galpão e próximas aos exaustores. A temperatura do ar e o índice de temperatura e
21 umidade (ITU) foram menores próximo aos painéis evaporativos (22,38 °C; 71,84,
22 respectivamente) em comparação ao centro (24,56 °C; 74,82, respectivamente) e perto
23 dos exaustores (25,00 °C; 75,62, respectivamente). A frequência respiratória,
24 temperaturas retal e superficial foram menores nas matrizes próximas aos painéis (43,67
25 resp.min⁻¹; 38,40 °C; 29,51 °C, respectivamente) em relação aos animais do centro
26 (52,04 resp.min⁻¹; 38,48 °C; 32,02 °C, respectivamente) e próximos aos exaustores
27 (56,38 resp.min⁻¹; 38,93 °C; 32,52 °C, respectivamente). A espessura do toucinho,
28 intervalo desmame-estro e consumo médio diário das matrizes, número de desmamados,
29 massa corporal e ganho médio diário dos leitões não foram influenciados pelo local de
30 alojamento no galpão. Porcas lactantes alojadas no centro e próximas aos exaustores no

31 SRE apresentam variáveis fisiológicas de termorregulação aumentadas, porém sem
32 prejudicar o desempenho.

33

34 Palavras-chave: suíno, *Sus scrofa*, zona termoneutra, temperatura retal, leitão

35

36

ABSTRACT

37

38 The effects of housing of lactating sows in different positions were determined, in a
39 shed with evaporative cooling with negative pressure (ECS) on thermoregulation,
40 productive and reproductive performance, in the summer. Thirty four females were used
41 in the three lines of cages at positions: near the pad cooling; in the middle of the shed
42 and near the exhaust fans. The air temperature and the temperature and humidity index
43 (THI) were lower near the pad cooling (22.38 °C, 71.84, respectively) than the middle
44 (24.56 °C, 74.82, respectively) and near the exhaust fans (25.00 °C, 75.62, respectively).
45 Respiratory rate, rectal and surface temperatures were lower in sows near the pad
46 cooling (43.67 breaths.min⁻¹, 38.40 °C; 29.51 °C, respectively) in relation to the middle
47 animals (52.04 breaths.min⁻¹; 38.48 °C; 32.02 °C, respectively) and near to the exhaust
48 fans (56.38 breaths.min⁻¹, 38.93 °C; 32.52 °C, respectively). The backfat thickness, the
49 weaning-estrus interval and daily average consumption of the sows, number of weaning
50 piglets, corporal mass and daily average gain of the piglets were not influenced by the
51 position of housing in the shed. Lactating sows housed in the middle and near to the
52 exhaust fans in the ECS present higher thermoregulation physiological variables,
53 however with no impairment the their performance.

54

55 Key Words: swine, *Sus scrofa*, thermoneutral zone, rectal temperature, piglet

56

INTRODUÇÃO

58

59 O conhecimento da zona termoneutra dos suínos é fator importante para adoção
60 das técnicas de manejo. Os animais criados sob temperatura ambiente ideal tem menor
61 gasto energético para manter o equilíbrio térmico e, conseqüentemente, sua produção,
62 reprodução e bem-estar não são prejudicados. Williams *et al.* (2013) consideraram

63 termoneutralidade temperaturas de 18 a 20 °C e como estresse por calor de 24 a 30 °C
64 para fêmeas suínas durante a gestação, lactação e pós-desmame. A umidade do ar ideal
65 é de 50 a 70%, não devendo ultrapassar 70% (Sampaio *et al.*, 2004) e o valor do índice
66 de temperatura e umidade (ITU) até 74 é considerado sem estresse por calor (Wegner *et*
67 *al.*, 2016).

68 Efeitos negativos das altas temperaturas sobre as matrizes suínas lactantes
69 levaram ao desenvolvimento de alguns sistemas de resfriamento. Por exemplo, o uso do
70 sistema de ventilação por pressão positiva, resfriamento da cabeça da porca e
71 resfriamento evaporativo combinado com ventilação por pressão negativa. Estes
72 sistemas tem a finalidade de melhorar a condição térmica e reduzir os efeitos das altas
73 temperaturas e melhorar o bem-estar dos animais, e assim, diminuir perdas na
74 produtividade.

75 Estudos tem investigado os diferentes sistemas de controle do ambiente térmico
76 em galpões de fêmeas suínas em lactação. O sistema de resfriamento evaporativo com
77 pressão negativa foi mais eficiente em relação aos de resfriamento na nuca e manejo de
78 cortina na redução da temperatura do ar (Morales *et al.*, 2013). No verão, Justino *et al.*
79 (2015), verificaram que o resfriamento direcionado para a cabeça da matriz suína em
80 lactação contribuiu para sua termorregulação e aumentou a massa corporal dos leitões
81 ao desmame em relação ao grupo de fêmeas mantidas na mesma sala maternidade,
82 porém sem receber o resfriamento da cabeça. Perin *et al.* (2016) concluíram que fêmeas
83 suínas lactantes que receberam resfriamento da nuca apresentaram desempenho superior
84 às matrizes alojadas em galpão com manejo de cortinas.

85 Entretanto, pesquisas avaliando a uniformidade do ambiente térmico ao longo do
86 galpão com sistema de resfriamento evaporativo combinado com pressão negativa para
87 matrizes suínas lactantes não foi encontrado na literatura consultada. Portanto,
88 objetivou-se neste estudo avaliar o ambiente térmico em três posições, próximo ao *pad*
89 *cooling* (leste), centro e próximo aos exaustores (oeste) de um galpão maternidade e as
90 variáveis fisiológicas de termorregulação, desempenho produtivo e reprodutivo de
91 matrizes suínas, no verão.

92

93 MATERIAL E MÉTODOS

94

95 O estudo foi aprovado com o registro CEEA-068/2016 pelo Comitê de Ética e
96 Experimentação Animal da Universidade de Uberaba-UNIUBE.

97 Esta pesquisa foi realizada em uma granja comercial produtora de suínos
98 desmamados (UPD), localizada em Bom Jesus dos Campos, MG, (latitude 20° 46'
99 01.4"S, longitude 46° 12' 26.4"W, e altitude 830 m), Brasil, em janeiro de 2017.

100 Trinta e quatro matrizes suínas foram alojadas em um galpão com,
101 respectivamente, 111,00; 10,20 e 2,95 m de comprimento, largura e pé direito, coberto
102 com telha de barro com beiral de 1,10 m, mureta de 0,80 m de altura, com as laterais de
103 telas metálicas e cortinas e forro de face prata. Este era constituído de resfriamento
104 evaporativo combinado com pressão negativa com quatro exaustores de 1,30 metros de
105 diâmetro no lado oeste, e dois painéis evaporativos com 7,17 m x 1,90 m, instalados no
106 lado leste nas laterais norte e sul. O sistema de refrigeração evaporativo era ligado e
107 desligado automaticamente quando temperatura do ar atingia, respectivamente, 26 e 24
108 °C. O sistema era ajustado para manutenção da umidade entre 60 a 80%.

109 A edificação era composta por três linhas de celas parideiras, com piso plástico
110 totalmente ripado com uma área central para as fêmeas (0,70 m x 2,20 m), nas laterais
111 duas áreas exclusivas para os leitões (0,43 m x 2,20 m). Cada gaiola possuía um
112 escamoteador (1,00 m x 0,45 m) com piso aquecido.

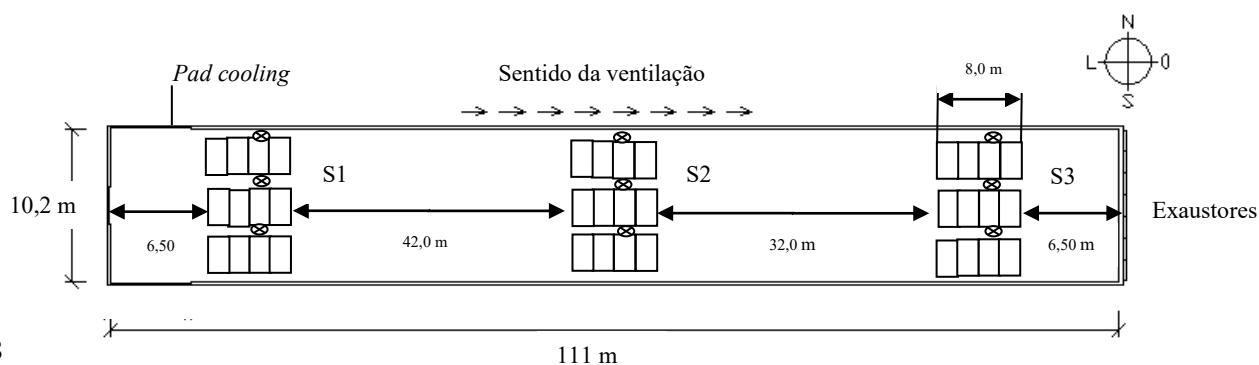
113 As matrizes suínas híbridas foram escolhidas aleatoriamente nas três linhas de
114 gaiolas nas seguintes posições: próximas aos painéis evaporativos: 12 fêmeas com
115 ordem de parto (OP) de um a sete; no meio do galpão: 11 com OP de três a oito, e
116 próximas aos exaustores: 11 com OP de um a seis. Estas receberam ração de lactação a
117 base de milho e farelo de soja, com 19,6% proteína bruta e 3.469,73 Kcal de EM por kg.
118 No dia do parto a ração não foi oferecida e do 2º até o 7º dia de lactação a quantidade
119 foi crescente quando se estabilizou, e a partir deste momento, a matriz recebeu em
120 média 0,649 kg/leitão. A dieta foi fracionada e fornecida automaticamente às 7:00h,
121 10:00h, 12:00h e 15:00h. Diariamente, o consumo de ração foi calculado pela diferença
122 entre a quantidade de alimento fornecido e a sobra e calculou-se o consumo médio
123 diário. As matrizes e os leitões receberam água à vontade em bebedouro tipo *nipple*.

124 As variáveis fisiológicas medidas na matriz suína foram realizadas pela manhã e
125 à tarde em seis dias não consecutivos iniciando um dia antes do parto previsto até o dia
126 do desmame. A frequência respiratória foi medida com as matrizes em repouso, sem

127 estarem amamentando, em decúbito, pela contagem dos movimentos do flanco. A
 128 temperatura superficial foi obtida atrás da orelha, meio da escápula, região mediana do
 129 dorso e meio do pernil com termômetro infravermelho (Instrutemp, modelo DT 8530),
 130 com variação de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $530\text{ }^{\circ}\text{C}$, e calculou-se a média. Após 40 a 60 minutos da
 131 ingestão de ração, mediu-se a temperatura retal com termômetro clínico digital (Tech
 132 Line, modelo TS-101), faixa de $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $42,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ a cinco centímetros de profundidade
 133 por dois minutos. Um dia antes do parto e no dia do desmame mediu-se espessura de
 134 toucinho na posição P2 (na altura da última costela), aproximadamente a 6,5 cm da
 135 coluna vertebral com ultrassom (Microem, modelo MTU-100), com 2 MHz pulsado.
 136 Registrou-se também o intervalo desmame-estro.

137 Após uniformização, que ocorreu 24 horas após nascimento, fez-se a pesagem da
 138 leitegada em balança digital (Saint; 0,010 kg a 50 kg) bem como no desmame (Açores;
 139 2 kg a 300 kg) para obter o ganho médio diário de massa corporal.

140 A temperatura do ar, umidade relativa e temperatura de ponto de orvalho foram
 141 medidas a cada 30 minutos por *data loggers* (Instrutherm, modelo HT-500) fora e
 142 dentro do galpão nos seis dias das coletas das variáveis fisiológicas, durante o dia. Para
 143 isso, instalou-se nove *data loggers* divididos igualmente próximos aos *pads*, centro e
 144 perto dos exaustores e um *data logger* fora do galpão no abrigo termométrico. A
 145 velocidade do vento foi medida com anemômetro (Instrutherm AD-250), colocados
 146 próximo das matrizes (Fig. 1). Calculou-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU)
 147 conforme Thom (1959).



149 Figura 1. Representação esquemática mostrando os locais onde foram colocados os *data loggers* (⊗) nas
 150 diferentes posições: próxima aos painéis evaporativos (setor leste, S1); no meio do galpão (meio, S2) e
 151 próximo aos exaustores (setor oeste, S3).

152

Os dados de desempenho foram avaliados pela ANCOVA sendo ordem de parto e número de desmamados considerados covariáveis, após verificação do pressuposto de normalidade (Teste de Lilliefors) e pressupostos de homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett) e as médias comparadas pelo teste F. Para as variáveis que não alcançaram os pressupostos, mesmo após serem transformadas, utilizou-se o teste de Kruskal-Walis, exceto dados fisiológicos de termorregulação de manhã e tarde em que se usou o teste de Wilcoxon. Adicionalmente, realizou-se a correlação entre as variáveis fisiológicas de termorregulação com as variáveis temperatura e umidade do ar. As análises estatísticas foram realizadas pelo software Assistat versão 7.7 para Windows 10 (Silva; Azevedo, 2016). Em todos os casos, $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da temperatura do ar e do ITU foram menores no setor leste em comparação ao meio do galpão e próximo aos exaustores (Tab. 1). O valor da T_a próximo aos *pads cooling* ficou dentro da zona termoneutra, entretanto, no centro e próximo aos exaustores estiveram no seu limite, conforme Auvigne *et al.* (2010) que citaram para matrizes suínas valor de até 25,0 °C. No entanto, em todas posições do galpão a temperatura esteve acima da zona de termoneutralidade conforme Willans *et al.* (2016) que consideraram valores ideais de 18 a 20 °C. O valor de ITU foi tido como normal (seguro) em todo galpão de acordo com Botto *et al.* (2014), porém segundo Willans *et al.* (2013) que classificaram sem estresse ($ITU \leq 74$), no meio do galpão e próximo aos exaustores, o ITU seria considerado como crítico ($>74-79$).

Tabela 1. Média, desvio padrão, mínimo (Mín) e máximo (Máx) das variáveis do ambiente térmico em três posições em um galpão maternidade para suínos com resfriamento evaporativo combinado com pressão negativa, no verão, em ambiente tropical

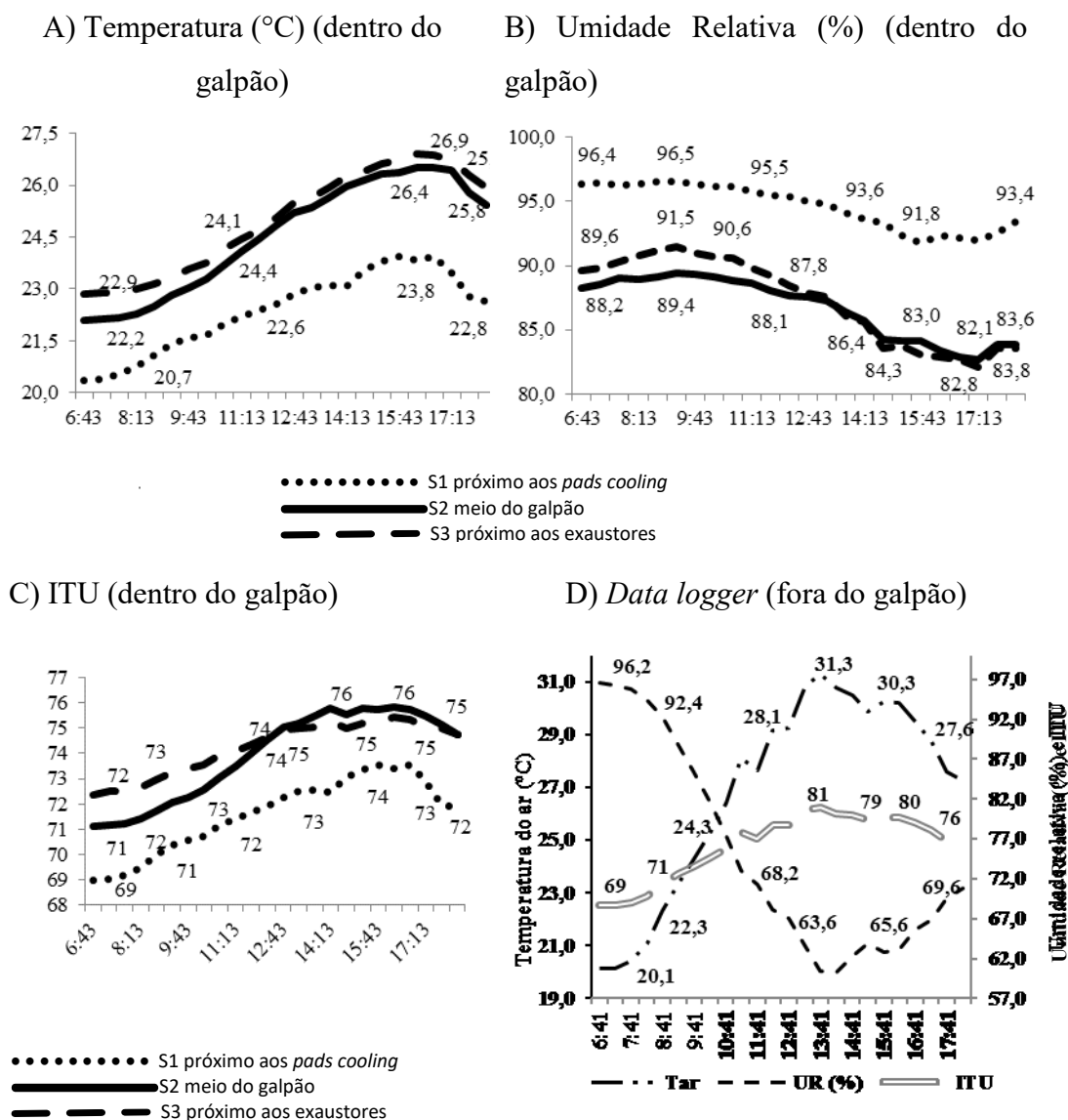
	Próximo aos <i>pads cooling</i> - S1			Meio - S2		Próximo aos exaustores- S3			P valor	
	Média (desvio)	Mín	Máx	Média (desvio)	Mín	Máx	Média (desvio)	Mín		Máx
T_a (°C) ¹	22,38 (1,16)a	20,6	24,2	24,56 (1,62)b	22,6	26,9	25,00 (1,45)b	23,1	27,4	<0,01
UR (%) ¹	94,64 (2,21)b	88,7	96,8	86,70 (2,90)a	79,7	90,3	87,29 (3,66)a	79,6	92,0	<0,01
ITU ¹	71,84 (1,89)a	69,3	74,0	74,82 (2,47)b	71,5	77,1	75,62 (2,12)b	72,3	77,7	<0,01

179 ¹Médias seguidas pela mesma letra na linha diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis. Ta- temperatura do ar;
 180 UR- umidade relativa; ITU- índice de temperatura e umidade.

181

182 Independentemente da posição dentro do galpão maternidade, o comportamento
 183 da temperatura do ar e do ITU aumentou de manhã para tarde (Fig. 2A e B). A
 184 temperatura externa também comportou semelhantemente ao que ocorreu dentro do
 185 galpão, porém com maior amplitude térmica (Fig. 2D).

186



187 Figura 2. Ambiente térmico a cada 30 minutos dentro e fora do galpão de maternidade
 188 para matrizes suínas no período diurno

189

190 A umidade relativa apresentou comportamento inverso à temperatura e ITU, o
 191 que era esperado, uma vez que o ar ao passar pelo sistema de resfriamento evaporativo
 192 carrega vapor de água umidificando o ambiente. A umidade nas três posições esteve
 193 acima da condição ideal para suínos (Fig. 2B), que não deve ultrapassar 70% (Sampaio
 194 *et al.*, 2004). Também Morales *et al.* (2013) verificaram maior valor médio de umidade
 195 em galpões com painéis evaporativos em comparação àqueles com resfriamento sobre a
 196 cabeça e manejo de cortina (88,3; 74,5; 73,6%, respectivamente).

197 A velocidade do vento na altura das matrizes foi nula, devido aos detalhes
 198 construtivos das gaiolas das matrizes e escamoteadores dos leitões, que desviaram a
 199 massa de ar.

200 O valor médio da frequência respiratória e da temperatura superficial das
 201 matrizes próximas aos *pads cooling* foram menores em relação aos animais alojados no
 202 centro e próximo aos exaustores (Tab. 2). Estes resultados eram esperados uma vez que
 203 a Ta e ITU próximo aos *pads* foram menores que nos demais locais do galpão. A
 204 temperatura superficial é influenciada pela temperatura do ar e acompanha sua variação,
 205 e quando a diferença entre a temperatura superficial e a do ambiente for maior, então,
 206 maior será a dissipação de calor do organismo pelos mecanismos sensíveis de calor. Já a
 207 frequência respiratória é uma boa medida para verificar se os animais estão ou não sob
 208 estresse por calor. Pode-se verificar que no setor leste (*pads*), o ambiente térmico esteve
 209 dentro da zona termoneutra.

210

211 Tabela 2. Média, desvio padrão, mínimo (Mín) e máximo (Máx) das variáveis fisiológicas de fêmeas suínas lactantes em três locais
 212 (setor) em um galpão com resfriamento evaporativo combinado com pressão negativa, no verão, em ambiente tropical

	Próximo aos <i>pads cooling</i> – S1			Meio –S2		Próximo aos exaustores – S3			p valor	
	Média (desvio)	Mín	Máx	Média (desvio)	Mín	Máx	Média (desvio)	Mín		Máx
FR (resp.m ⁻¹)	43,67 (18,28)a	12	108	52,04 (19,30)b	16	96	56,38 (19,66)b	16	112	<0,01
TS (°C)	29,51 (2,55)a	21,2	35,5	32,02 (1,56)b	27,9	35,5	32,56 (1,65)b	27,8	36,2	<0,01
TR (°C) ¹	38,40 (0,37)a	38,0	40,3	38,48 (0,55)a	37,5	40,9	38,93 (0,58)b	38,0	40,8	<0,01

213 Médias seguidas pela mesma letra na linha diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis. FR- Frequência
 214 respiratória, mov.m⁻¹- movimentos respiratórios por minuto; TS- temperatura superficial; TR- temperatura retal

215

216 Os valores de frequência respiratória foram maiores aos citados por Robinson
 217 (2004) (20 a 30 resp.m⁻¹) e inferiores aos encontrados por Martins *et al.* (2008) que
 218 foram de 74,8 resp.min⁻¹ a uma Ta média de 27,8 °C e umidade de 75,5%. Justino *et al.*
 219 (2014) afirmaram que o uso do resfriamento direcionado para a cabeça de porcas em
 220 lactação diminui a temperatura da pele e a frequência respiratória contribuindo no

221 equilíbrio térmico em relação às matrizes mantidas no mesmo galpão, porém com
222 ventilação natural.

223 A temperatura retal das matrizes alojadas próximas aos *pads cooling* e centro
224 foram inferiores em relação às próximas aos exaustores (Tab. 2). Apesar de todos
225 valores desta variável estarem dentro da normalidade para a espécie, seu maior valor em
226 matrizes alojadas próximas aos exaustores pode ter sido devido a uma ineficiência na
227 sua termoregulação. Os valores observados neste estudo foram inferiores ao verificado
228 por Malmkvist *et al.* (2012) que observaram média de 39,5 °C para matrizes suínas
229 lactantes multíparas, Williams *et al.* (2013) que obtiveram valores de 39,4 °C para
230 primíparas F1 (Landrace x Large White), Robinson (2004) um valor de 39,1 °C e
231 Martins *et al.* (2008) de 39,2 °C a uma Ta média de 27,8 °C e UR 75,5%.

232 Justino *et al.* (2014) ao avaliarem as respostas fisiológicas em fêmeas suínas
233 lactantes em sistema de resfriamento da cabeça encontraram temperatura retal de 38,8
234 °C, temperatura de superfície de 34,3 °C e frequência respiratória de 46,7 resp.min⁻¹
235 (temperatura do ar de 24,2 °C e umidade de 79,5%), valores próximos aos encontrados
236 no presente estudo em que foi usado o SRE com *pad cooling*. Malmkvist *et al.* (2012)
237 também observaram aumento destas variáveis quando a temperatura ambiente da
238 maternidade aumentou de 15,0 para 25,0 °C. Corroborando, Kiefer *et al.* (2010)
239 estudando suínos castrados mantidos em ambiente quente com 32 °C em relação aqueles
240 mantidos em ambiente com 21 °C, concluíram que estas variáveis fisiológicas
241 aumentaram proporcionalmente com a elevação da temperatura ambiente.

242 A posição da matriz suína dentro do galpão com sistema de resfriamento
243 evaporativo *pad cooling* não influenciou na espessura de toucinho, no intervalo
244 desmame-estro, no consumo de ração, na massa corporal inicial e final dos leitões, no
245 número de desmamados e no ganho de massa corporal diário dos leitões (Tab. 3). Estes
246 resultados podem ser explicados, primeiro, possivelmente porque o consumo diário de
247 ração bem como os seus nutrientes foram suficientes para o bom desempenho. Segundo,
248 porque os efeitos do estresse por calor dependem da duração e intensidade do mesmo,
249 portanto, o ambiente térmico no centro e próximo aos exaustores, apesar de ter
250 influenciado negativamente as variáveis de termoregulação, não foi suficiente para
251 prejudicar o desempenho. Entretanto, ao considerar o bem-estar animal (BEA) em que
252 uma das cinco liberdades é o conforto, as fêmeas suínas no centro e próximo aos

253 exaustores estavam em pior BEA. É importante mencionar também que as condições
 254 meteorológicas dentro do galpão com o SRE *pad cooling* foram mais adequadas que as
 255 encontradas no meio externo (Fig. 2D), portanto, este sistema amenizou a influência dos
 256 fatores climáticos. Justino *et al.* (2015) também verificaram que matrizes criadas em
 257 sistema de ventilação natural e sistema de resfriamento da cabeça criadas no mesmo
 258 galpão apresentaram desempenho produtivo e reprodutivo semelhantes. Entretanto,
 259 Farmer *et al.* (2007) verificaram maior consumo de ração de porcas mantidas a 21 °C
 260 em comparação às porcas lactantes mantidas sob 29 °C (4,6 vs 3,8 kg.dia⁻¹). Uma
 261 explicação para esta divergência de resultados pode ser quanto a intensidade do estresse
 262 que foi acima da temperatura média observada no presente estudo e também a duração
 263 do estresse.

264 O consumo médio diário de ração esteve acima do encontrado por Campos
 265 *et al.* (2008) para matriz lactante híbrida que foi de 6,520 kg, em Ta média de 23,5 °C.

266
 267
 268
 269

Tabela 3. Média, desvio padrão, mínimo (Mín) e máximo (Máx) das variáveis de desempenho de fêmeas suínas lactantes em três locais (setor) em um galpão com resfriamento evaporativo combinado com pressão negativa, no verão, em ambiente tropical.

	Próximo ao <i>pad cooling</i> (S1)			Meio do galpão –S2			Próximo aos exaustores –S3			P-valor
	Média (desvio)	Mín	Máx	Média (desvio)	Mín	Máx	Média (desvio)	Mín	Máx	
ET parto ² (mm)	16,92 (4,14)	11,00	26,00	19,73 (4,65)	15,00	28,0	19,18 (4,02)	12,0	24,0	0,233
ET desm. ² (mm)	16,42 (2,87)	11,00	20,00	19,00 (5,44)	12,00	26,0	17,45 (3,24)	11,0	21,0	4,869
Dif. ² (mm)	-0,50 (2,47)	-6,0	2,0	-0,73 (3,04)	-5,0	5,0	-1,73 (1,74)	-4,0	2,0	2,844
IDE ² (dias)	4,1 (0,5)	4,0	5,0	5,0 (2,3)	4,0	10,0	5,0 (1,5)	4,0	9,0	
CMD ² (kg)	7,366 (0,291)	6,833	7,690	6,902 (0,477)	6,156	7,500	7,388 (0,525)	6,386	8,159	3,59
MCI leit. ² (kg)	1,413 (0,246)	0,918	1,720	1,501 (0,285)	0,985	1,874	1,431 (0,317)	0,778	1,744	0,646
MCF leit. ² (kg)	5,100 (0,890)	3,989	6,730	5,590 (0,930)	3,293	6,884	5,470 (1,050)	3,574	6,753	0,294
N° desm. ²	12,0 (0,85)	11,0	13,0	10,9 (2,3)	8,0	16,0	12,7 (1,6)	10,0	15,0	
GMC leit. ² (kg/dia)	0,184 (0,403)	0,134	0,265	0,209 (0,412)	0,121	0,279	0,189 (0,325)	0,133	0,232	0,625

270 ² Médias comparadas pelo teste F. ET- espessura de toucinho, desm- desmama; Dif.- diferença entre ET parto e ET
 271 desm. IDE- intervalo desmame-estro; CMD- consumo médio diário; MCI leit. – Massa corporal inicial da leitegada;
 272 MCF leit. – Massa corporal final da leitegada; N° desm.- número de desmamandos; GMC leit.- ganho de massa
 273 corporal médio diário da leitegada.

274

275 Leitões nas diferentes posições apresentaram massa corporal ao desmame e
 276 ganho médio diário semelhantes (Tab. 3). Este resultado pode ser explicado em parte
 277 por causa do consumo de alimentos das matrizes não ter diferido entre si e também por
 278 se manter normal e em quantidade adequada para lactação. Morales *et al.* (2013)
 279 expuseram um grupo de matrizes lactantes em galpão com sistema de resfriamento
 280 evaporativo com pressão negativa (SRE) a 23,1 °C, outro grupo com resfriamento na
 281 nuca (RN) a 26,8 °C e em galpão com manejo de cortinas (MC) a 26,8 °C. Os autores

282 verificaram que o consumo de ração foi maior nos animais em SRE (5,1 kg.dia⁻¹) e RN
 283 (5,2 kg.dia⁻¹) em relação a MC (4,7 kg.dia⁻¹) apesar da temperatura do ar ser igual entre
 284 RN e MC e explicaram que o maior consumo em RN foi por causa do ar fresco sobre a
 285 cabeça que auxiliou na termorregulação e conforto das porcas. Observaram ainda que a
 286 massa corporal dos leitões ao desmame não diferiu entre grupos e foi de 6,152 kg para
 287 SRE, 6,209 kg para RN e 5,977 kg para MC. No entanto, Perin *et al.* (2016) observaram
 288 maior consumo de ração em porcas lactantes sob sistema resfriamento na nuca (25,8 °C)
 289 em relação as criadas sob sistema convencional (26,1 °C) (5,8 vs 4,8 kg,
 290 respectivamente). De acordo com estes autores, o melhor desempenho dos leitões das
 291 matrizes alojadas sob o sistema de resfriamento na nuca foi devido ao melhor conforto
 292 térmico promovido pelo ar frio sobre os animais, conclusão semelhante a de Morales *et*
 293 *al.* (2013). A utilização do sistema de resfriamento evaporativo tem ação direta na
 294 redução dos efeitos das altas temperaturas sobre as variáveis ligadas à termorregulação
 295 em porcas em lactação durante os períodos quentes do ano e proporcionou melhores
 296 pesos dos leitões ao desmame (Justino *et al.*, 2015; Perin *et al.*, 2016).

297 As médias de todas variáveis fisiológicas, Ta e ITU foram menores pela manhã
 298 em comparação à tarde (Tab. 4). Possivelmente o aumento das variáveis de
 299 termorregulação ocorreu em razão do acréscimo da Ta que possui uma ação direta sobre
 300 a produção e dissipação de calor. Adicionalmente, observou-se correlação positiva e
 301 significativa entre as variáveis fisiológicas e Ta (Tab. 5), o que indica que o aumento de
 302 Ta leva ao acréscimo das variáveis fisiológicas de termorregulação.

303

304 Tabela 4. Média e desvio padrão de variáveis fisiológicas de fêmeas suínas lactantes e ambientais em três posições
 305 em um galpão com resfriamento evaporativo combinado com pressão negativa pela manhã e tarde

	FR (resp.min ⁻¹)	TS (°C)	TR (°C)	UR (%)	Ta (°C)	ITU
Manhã	48,71a (20,71)	30,26a (3,88)	38,43a (3,82)	91,85b (3,41)	22,70a (1,09)	72,16a (1,33)
Tarde	52,11b (20,19)	32,33b (4,83)	38,76b (5,42)	87,56a (4,84)	25,17b (1,53)	75,90b (1,79)
P valor	0,0443	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

306 Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Wilcoxon, a 5%. FR-frequência
 307 respiratória; mov.min-1- movimentos respiratórios por minuto; TS- temperatura superficial; TR- temperatura retal;
 308 UR- umidade relativa; Ta- temperatura do ar; ITU- índice de temperatura e umidade.

309

310 Tabela 5. Coeficiente de correlação entre as variáveis fisiológicas de matrizes suínas e variáveis do ambiente térmico.

	Ta (temperatura do ar)	UR (umidade relativa)	ITU (índice de temperatura e umidade)
FR (frequência respiratória)	0,305*	-0,242*	0,308*
TS (temperatura superficial)	0,679*	-0,569*	0,685*
TR (temperatura retal)	0,437*	-0,345*	0,438*

311 *P<0,001; onde <0,5, baixa; 0,5 a 0,8, média; >0,8, alta. FR= Frequência respiratória; TS= temperatura superficial e
 312 TR= temperatura retal.

313

314 Justino *et al.* (2014) encontraram frequência respiratória e temperatura
315 superficial menores em fêmeas suínas lactantes mantidas sob sistema resfriamento da
316 cabeça (46,68 resp.min⁻¹ e 34,33 °C, respectivamente) em relação ao sistema de
317 ventilação natural (62,55 resp.min⁻¹ e 34,79 °C) e a temperatura retal não diferiu entre
318 os sistemas de resfriamento (38,81 vs 38,97 °C). A temperatura ambiente no galpão de
319 resfriamento da nuca (24,15 °C) foi menor que para ventilação natural (26,25 °C). O
320 horário de medição da temperatura influencia as variáveis fisiológicas, assim, Corassa *et*
321 *al.* (2014), avaliando matrizes em galpão maternidade com ventilação natural sob
322 temperaturas de 24,94 a 30,81 °C, obtiveram frequência respiratória para porcas em
323 lactação de 64,35; 49,00; 38,60 e 28,35 resp.min⁻¹, respectivamente, pela tarde, manhã,
324 noite e na madrugada. A temperatura retal foi maior nos horários de 15h (39,24 °C) e
325 21h (39,32 °C) em relação aos horários de 9h (38,67 °C) e 3h (38,87 °C). Mostrando que
326 nos horários mais quentes do dia essas variáveis se mantêm elevadas na tentativa de o
327 animal ajustar sua homeotermia. Gourdine *et al.* (2006), em Guadalupe, Latitude 16 °N
328 e Longitude 61 °W; encontraram maior temperatura retal em fêmeas suínas lactantes na
329 estação muito quente (novembro a abril) que na estação quente (maio a outubro) (38,9
330 vs 38,6 °C, respectivamente) com temperaturas ambientes médias de 26,0 e 24,1°C,
331 respectivamente.

332 Os valores de umidade foram superiores pela manhã em relação à tarde (Tab. 4).
333 Também Morales *et al.* (2013) observaram flutuações que alcançaram 90,5% e 85,5%
334 para os períodos matutino e vespertino, respectivamente, em galpão com SRE com
335 pressão negativa.

336 As correlações entre as variáveis fisiológicas com a Ta e ITU (Tab. 5), foram
337 significativas, positivas e de baixa a média magnitude. Brown-Brandl *et al.* (2012)
338 também verificaram que quando há um aumento da temperatura do ar acima de 22 °C
339 (no presente estudo, no centro e próximo aos exaustores) ocorre um aumento na
340 frequência respiratória, a qual auxilia no aumento da perda de calor por evaporação, o
341 que auxilia no controle da temperatura corporal profunda.

342 As correlações entre umidade e parâmetros fisiológicos foram significativas,
343 negativas e de baixa a média magnitude, indicando que um aumento da umidade pode
344 levar a maiores valores das variáveis fisiológicas.

CONCLUSÕES

Em ambiente tropical, no verão, as condições meteorológicas num galpão de maternidade para matrizes suínas com sistema de resfriamento evaporativo *pad cooling* com pressão negativa não é homogêneo. No verão, no período diurno, a localização próxima aos *pads coolings* caracteriza um ambiente termoneutro, no entanto, o centro e o próximo aos exaustores em desconforto térmico. O ambiente térmico no meio e próximo aos exaustores influencia negativamente os parâmetros fisiológicos de termorregulação, porém, não prejudica o desempenho das matrizes e dos leitões. O uso do sistema de resfriamento evaporativo promove menores efeitos do ambiente com alta temperatura sobre as variáveis relacionadas à termorregulação das matrizes suínas em lactação.

REFERÊNCIAS

- AUVIGNE, V.; LENEVEU, P.; JEHANNIN, C.; *et al.* Seasonal infertility in sows: A five year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. *Theriogenology*, Stoneham, v.74, p.60-66, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.12.019>.
- BOTTO, L.; LENDELOVA, J.; STRMENOVA, A., *et al.* The effect of evaporative cooling on climatic parameters in a stable for sows. *Res. Agr. Eng.*, v. 60, 2014.
- BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENBERG, R.A.; PURSWELL, J.L. Determining heat tolerance in finishing pigs using thermal imaging. In: IX INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, Valencia. *Proceedings...* Valencia: ASABE, p. 8, 2012. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.41569>.
- CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F; BAÊTA, F.C. *et al.* Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. *Rev. Ceres*, v. 55, n. 3, 2008.

377

378 CORASSA, A.; MAGRO, T.R.D.; KOMIYAMA, C.M. *et al.* Comportamento e
379 parâmetros fisiológicos de porcas em lactação na transição Cerrado-Amazônia. *Comum.*
380 *Sci.*, v. 5, n. 4, p. 286-294, 2014.

381

382 FARMER, C.; KNIGHT, C.; FLINT, D. Mammary gland involution and endocrine
383 status in sows: Effects of weaning age and lactation heat stress. *Can. J. Anim. Sci.*, v.
384 87, n. 1, p. 35-43, 2007. DOI: <https://doi.org/10.4141/A06-083>.

385

386 GOURDINE, J.L.; BIDANEL, J.P.; NOBLET, J. *et al.* Effect of breed and season
387 performance of lactating sows in a tropical humid climate. *J. Anim. Sci.*, 84, p.360-369,
388 2006. DOI: <https://doi.org/10.2527/2006.842360x>

389

390 JUSTINO, E.; NÄÄS, I.A.; CARVALHO, T.M.R. *et al.* The impact of evaporative
391 cooling on the thermoregulation and sensible heat loss of sows during farrowing. *Eng.*
392 *Agríc.*, v.34, n.6, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000600003>.

393

394 JUSTINO, E.; NÄÄS, I.A.; CARVALHO, T.M.R. *et al.* Efeito do resfriamento
395 evaporativo e do balanço eletrolítico sobre a lactação de porcas em condições de verão
396 tropical. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.67, n.2, p.455-464, 2015. DOI:
397 <https://doi.org/10.1590/1678-6478>.

398

399 KIEFER, C.; MOURA, M.S.; SILVA, E.A., *et al.* Respostas de suínos em terminação
400 mantidos em diferentes ambientes térmicos. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, v.11, n.2, p. 496-
401 504, 2010.

402

403 MALMKVIST, J.; PEDERSEN, L.J.; KAMMERSGAARD, T.S. *et al.* Influence of
404 thermal environment on sows around farrowing and during the lactation period. *J.*
405 *Anim. Sci.*, v.90, n.9, p.3186-3199, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4342>.

- 406 MARTINS, T.D.D.; COSTA, A.N.; SILVA, J.H.V. Respostas termorreguladoras de
407 matrizes suínas híbridas em lactação, mantidas em ambiente quente, *Ciênc. agrotec.*,
408 v.32, n.3, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000300038>
- 409
- 410 MORALES, O.E.S.; GONÇALVES, M.A.D.; STORTI, A.A. *et al.* Effect of different
411 systems for the control of environmental temperature on the performance of sows and
412 their litters. *Acta Sci. Vet.*, v. 41, Pub. 1111, 2013.
- 413
- 414 PERIN, J.; GAGGINI, T.S.; MANICA, S. *et al.* Evaporative snout cooling system on
415 the performance of lactating sows and their litters in a subtropical region. *Ciênc. Rural*,
416 v.46, n.2, p.342-347, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141693>
- 417
- 418 ROBINSON, N.E. *Homeostase – Termorregulação*. In: Cunningham JG. Tratado de
419 fisiologia veterinária. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.550-560, 2004.
- 420
- 421 SAMPAIO, C.A.P.; CRISTIANI, J.; DUBIELA, J.A. *et al.* Avaliação do ambiente
422 térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de
423 conforto térmico nas condições tropicais. *Ciênc. Rural*, v. 34, p.784-790, 2004. DOI:
424 <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000300020>.
- 425
- 426 SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in
427 the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.
428 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>.
- 429
- 430 THOM, E.C. The discomfort index. *Weatherwise*, v.12, n.1, p.57-60, 1959. DOI:
431 <https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>.
- 432
- 433 WEGNER, K.; LAMBERTZ, C.; DAS, G. *et al.* Effects of temperature and
434 temperature-humidity index on the reproductive performance of sows during summer
435 months under a temperate climate. *Anim. Sci. J.*, v. 87, n. p. 1334-1339, 2016.
- 436

437 WILLIAMS, A.M.; SAFRANSKI, T.J.; SPIERS, D.E. *et al.* Effects of a controlled heat
438 stress during late gestation, lactation, and after weaning on thermoregulation,
439 metabolism, and reproduction of primiparous sows. *J. Anim. Sci.*, v.91, p. 2700–2714,
440 2013. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6055>.

CAPÍTULO 3

(Redigido de acordo com as normas da Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, ISSN eletrônico 1678-4162)

1 **Efeito de dois sistemas de resfriamento sobre os hormônios tireoidianos e variáveis**
2 **termofisiológicas de matrizes suínas em lactação**

3 *[Effect of two cooling systems on thyroid hormones and thermophysiological variables*
4 *of lactating sows]*

5
6 E.J. RIGO¹; M.R.B.M. NASCIMENTO²; E.C. GUIMARÃES²; R.C. ANTUNES²

7 ¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias - Universidade
8 Federal de Uberlândia – Uberlândia, MG

9 ²Universidade Federal de Uberlândia – UFU- Uberlândia, MG

10
11 **RESUMO**

12
13 Avaliaram-se os efeitos do sistema de resfriamento evaporativo com pressão negativa
14 (SRE) e aspersão de água sobre o telhado (AAT) sobre as variáveis fisiológicas,
15 hormônios tireoidianos e relação neutrófilo:linfócito em porcas lactantes. Foram
16 utilizadas 30 fêmeas, híbridas, sob SRE e 31 em galpão com AAT escolhidas
17 aleatoriamente nas linhas de gaiolas, no verão. O ambiente térmico, frequência
18 respiratória (FR), temperaturas de superfície (TS) e retal (TR), concentração sérica de
19 tiroxina e triiodotironina, número de neutrófilos e linfócitos e a relação
20 neutrófilos:linfócitos foram determinados. Pela tarde, as matrizes em SRE (Ta: 25,0 °C
21 e ITU: 74,7) e em AAT (Ta:27,6 °C e ITU: 77,3) estiveram expostas ao estresse por
22 calor. Pela manhã, FR, TS e TR foram menores em SRE (48,6 resp.min⁻¹, 31,1 °C e 38,5
23 °C, respectivamente) que AAT (54,4 resp.min⁻¹, 32,8 °C e 38,6 °C, respectivamente) e
24 também a tarde, SRE (54,6 resp.min⁻¹, 30,3 °C e 38,8 °C, respectivamente) e AAT (65,5
25 resp.min⁻¹, 31,4 °C e 39,1 °C, respectivamente). A relação neutrófilo:linfócito,
26 concentração sérica de T3, T4 livre e a relação T4/T3 não foram influenciadas pelo
27 sistema de resfriamento. Porcas lactantes criadas em galpão SRE apresentam maior
28 facilidade em manter a homeotermia que as mantidas sob AAT, no verão, em ambiente
29 tropical.

30
31 Palavras-chave: suínos, estresse térmico, tireoide, bem-estar

32

33

ABSTRACT

34

35

36 The effects of the evaporative cooling system with negative pressure (ECS) and water
37 spray on the roof (WOR) on physiological variables, thyroid hormones and
38 neutrophil/lymphocyte ratio in lactating sows were evaluated. Thirty females, hybrid,
39 under ECS and 31 in shed WOR, randomly chosen from cage lines, were used in the
40 summer. The thermal environment, respiratory frequency (RF), surface temperatures
41 (ST) and rectal (RT), serum thyroxine and triiodothyronine concentration, number of
42 neutrophils and lymphocytes and the neutrophil/lymphocyte ratio were determined. In
43 the afternoon, the matrices in ECS (Ta: 25.0 °C and THI: 74.7) and WOR (Ta: 27.6 °C
44 and THI: 77.3) were exposed to heat stress. In the morning, RF, ST and RT were lower
45 in ECS (48.6 breaths.min⁻¹, 31.1 °C and 38.5 °C, respectively) than WOR (54.4
46 breaths.min⁻¹, 32.8 °C and 38.6 °C) and also in the afternoon ECS (54.6 breaths.min⁻¹,
47 30.3 °C and 38.8 °C, respectively) and WOR (65.5 breaths.min⁻¹, 31.4 °C and 39.1 °C,
48 respectively). The neutrophil/lymphocyte ratio, serum concentration of T3, free T4 and
49 T4/T3 ratio were not influenced by the cooling system. Lactating sows breed in ECS
50 sheds are easier to maintain homeothermia than those maintained under WOR in the
51 summer in a tropical environment.

52

53 Keywords: swine, heat stress, thyroid, welfare

54

INTRODUÇÃO

55

56

57 Ambientes quentes promovem condições adversas aos suínos, prejudicando de
58 modo geral seu desempenho. Matrizes suínas em lactação, quando submetidas ao
59 estresse por calor diminuem o consumo de ração para reduzir a produção de calor
60 metabólico (Renaudeau *et al.*, 2012). A baixa ingestão alimentar provoca redução das
61 reservas corporais, piora a condição corporal, pode desenvolver problemas reprodutivos
62 e menor vida útil das fêmeas (Bloemhof *et al.*, 2008). Muns *et al.* (2016) verificaram
63 que temperaturas próximas a 25 °C, as matrizes suínas lactantes reduziram a ingestão
64 alimentar, com impacto negativo na massa corporal dos leitões ao desmame.

65 Matrizes suínas mantidas sob estresse podem não se adaptar à ambientes com
66 elevadas temperaturas, com prejuízos no seu desempenho produtivo, alteração no
67 comportamento, fisiologia, gerando pior bem-estar (Muns *et al.*, 2016). Além das
68 alterações físicas e comportamentais, as fêmeas suínas sob estresse por calor, tem a
69 atividade da glândula tireoide modificada, com diminuição das concentrações séricas de
70 triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) (De Bragança *et al.*, 1998). Também a relação N:L é
71 um bom marcador quando o estresse térmico é de médio a longo prazo (Quiñonero *et*
72 *al.*, 2009). O aumento dos neutrófilos (N) e diminuição dos linfócitos (L), portanto, uma
73 maior relação N:L é esperada quando os animais são submetidos ao estresse (De
74 Bragança *et al.*, 1998).

75 Neste contexto, as instalações e os equipamentos devem proporcionar proteção e
76 conforto aos animais. Os sistemas de ventilação forçada com ventiladores ou
77 exaustores, refrigeração evaporativa (Tolon e Nããs, 2005) e os sistemas de nebulização
78 (Barbari e Conti, 2009) são alternativas que podem promover bons resultados em
79 ambientes quentes. Entretanto, estudos com matrizes suínas lactantes, em diferentes
80 sistemas de resfriamento, são escassos nas regiões tropicais.

81 Assim, objetivou-se investigar os efeitos do sistema de resfriamento evaporativo
82 com pressão negativa (SRE) e aspersão de água sobre o telhado (AAT) sobre as
83 variáveis termofisiológicas, hormônios tireoidianos (T3 e T4) e a relação
84 neutrófilo:linfócito em matrizes suínas em lactação, no verão, em ambiente tropical.

85

86

MATERIAL E MÉTODOS

87

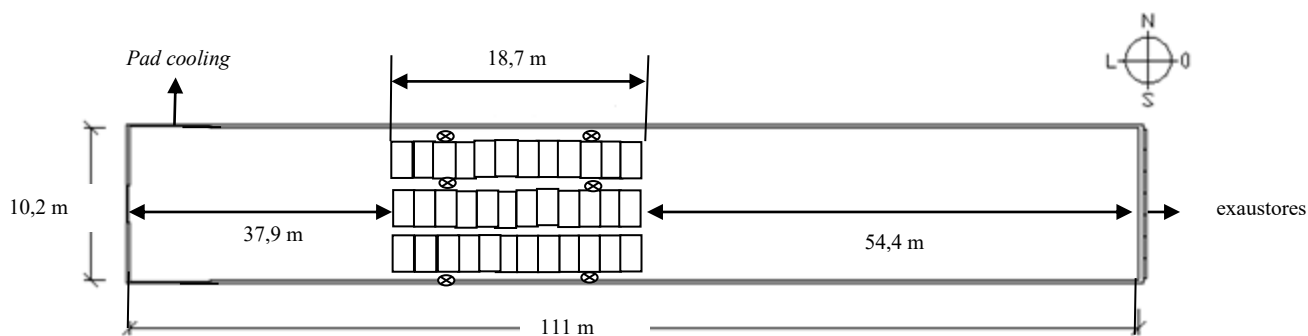
88 O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da
89 Universidade de Uberaba-UNIUBE, sob o registro CEEA-068/2016.

90 Este estudo foi elaborado em uma unidade produtora de leitões desmamados
91 (UPD), localizada no distrito de Bom Jesus dos Campos, MG (latitude 20° 46' 01.4"S,
92 longitude 46° 12' 26.4"W, e altitude 830 m), Brasil, em janeiro de 2017. O estudo foi
93 conduzido em dois galpões, um climatizado com sistema de resfriamento evaporativo
94 com pressão negativa (SRE) e um galpão com aspersão de água sobre o telhado (AAT).

95 O galpão SRE possuía, respectivamente, 111,00; 10,20 e 2,95 m de
96 comprimento, largura e pé direito, coberto com telha de barro com beiral de 1,10 m,

97 mureta de 0,80 m de altura, com as laterais de telas metálicas e cortinas e forro de face
 98 prata. Esta instalação possuía um sistema de resfriamento evaporativo associado com
 99 pressão negativa com quatro exaustores de 1,30 metros de diâmetro no lado oeste, e
 100 dois painéis evaporativos com 7,17 m x 1,90 m, instalados no lado leste nas laterais
 101 norte e sul. O sistema de refrigeração evaporativo era ligado e desligado
 102 automaticamente quando a temperatura do ar atingia 26 e 24 °C, respectivamente. O
 103 sistema era ajustado para manutenção da umidade entre 60 a 80%. O galpão AAT
 104 possuía 28,1; 7,77 e 3,29 m, respectivamente, de comprimento, largura e pé direito,
 105 cobertos de telha de barro com beiral de 1,0 m, mureta de 0,85 m de altura, com telas
 106 metálicas nas laterais e cortinas plásticas amarelas. O controle da temperatura era
 107 realizado pela abertura e fechamento das cortinas laterais e aspersão de água sobre o
 108 telhado durante os horários mais quentes do dia (12:00 h às 14:00 h). As celas parideiras
 109 nos dois galpões eram constituídas com piso plástico totalmente ripado com uma área
 110 central para as fêmeas (0,70 m de largura x 2,20 m de comprimento), nas laterais duas
 111 áreas exclusivas para os leitões (0,43 m de largura x 2,20 m de comprimento). Cada
 112 gaiola possuía um escamoteador (0,45 m de largura x 1,00 m de comprimento) com piso
 113 aquecido.

114 No galpão SRE utilizaram-se 30 matrizes suínas híbridas de ordem de parto de
 115 um a sete; estas foram escolhidas aleatoriamente nas três linhas de gaiolas na posição
 116 próxima ao centro do galpão (Fig. 1). No galpão AAT alojaram-se 31 matrizes híbridas
 117 com ordem de parto de um a nove e estas foram distribuídas aleatoriamente em duas
 118 linhas de gaiolas (Fig. 2).



119
 120 Figura 1. Representação esquemática do galpão com resfriamento evaporativo com pressão negativa e os
 121 dataloggers ⊗

122
 123

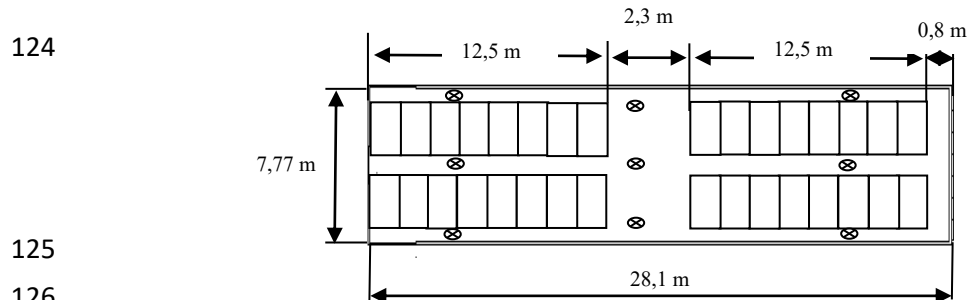


Figura 2. Representação esquemática do galpão com aspersão de água sobre o telhado e os *dataloggers*. ⊗

As matrizes receberam diariamente ração de lactação a base de milho e farelo de soja, com 19,6% proteína bruta e 3.469,73 Kcal de EM/kg. No dia do parto a ração não foi oferecida e em seguida, do 2º até o 7º dia de lactação a quantidade foi crescente quando se estabilizou, cada matriz recebia em média 0,573 kg/leitão. Esta foi fracionada e fornecida automaticamente às 7:00 h, 10:00 h, 12:00 h e 15:00 h. Diariamente, antes da primeira refeição, pesou-se a sobra de ração para o cálculo do consumo médio diário. As matrizes e os leitões receberam água à vontade em bebedouro tipo *nipple*.

As variáveis fisiológicas foram medidas pela manhã e à tarde em cinco dias não consecutivos iniciando um dia antes do parto previsto até o desmame dos leitões. A frequência respiratória foi medida com as matrizes em repouso, sem estarem amamentando, em decúbito, pela avaliação dos movimentos do flanco por um minuto. A temperatura superficial foi medida atrás da orelha, meio da escápula, região mediana do dorso e meio do pernil com termômetro infravermelho com emissividade de 0,95 (Instrutemp, modelo DT 8530), com variação de -20 °C a 530 °C, e calculou-se a média. Depois de 40 a 60 minutos após a alimentação, mediu-se a temperatura retal com termômetro clínico digital (Tech Line, modelo TS-101), faixa de 32 °C a 42,9 °C a cinco centímetros de profundidade.

Cinco mililitros (mL) de sangue foram puncionados da veia jugular externa de cada animal, no sétimo dia após o parto, pela manhã (8 - 10 h) e colocados em tubos sem e com anticoagulante (EDTA). Nas amostras de sangue com EDTA, realizou-se os esfregaços que foram marcados usando o método panótico rápido por Romanovsky, conforme Stokol e Erb (2007) e o número de neutrófilos e linfócitos foram obtidos a partir da contagem em aparelho ABX- Micros 60 e calculou-se a relação neutrófilos:linfócitos (N/L). O sangue sem anticoagulante foi centrifugado por cinco minutos, armazenado em microtubos numerados (ependorf) e mantidos na temperatura

154 de -20°C até análise dos hormônios tireoidianos. As concentrações séricas de T3 e T4
155 foram realizadas pelo teste de enzimaímunoensaio (Elisa). Foi utilizado o *kit* da *interkit*
156 (Bio check, Inc.), em analisador automático multicanal Chemwell®, no Laboratório de
157 Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia,
158 conforme Storti *et al.* (2012).

159 A temperatura, umidade do ar e a temperatura de ponto de orvalho foram
160 registradas por *dataloggers* (Instrutherm, modelo HT-500), instalados próximo das
161 matrizes, a cada 30 minutos nos cinco dias das coletas das variáveis fisiológicas,
162 durante o dia. A velocidade do ar foi medida com anemômetro (Instruerm AD-250)
163 colocado na altura das matrizes. Do lado de fora do galpão foi colocado um *datalogger*
164 dentro de um abrigo com a finalidade de avaliar a amortização das condições
165 meteorológicas pelos sistemas de resfriamento. Calculou-se Índice de Temperatura e
166 Umidade (ITU), conforme Thom (1959).

167 Para a análise estatística foi feito o teste de normalidade, homocedasticidade e
168 análise de variância e verificou-se que a maioria das variáveis apresentaram distribuição
169 não normal ou variância heterocedástica, portanto, optou por teste não paramétrico
170 (Campos, 1984). A análise estatística para comparação de duas variáveis foi realizada
171 pelo teste de Mann-Whitney e para três variáveis usou-se o teste de Kruskal-Wallis.
172 Para todas as análises foi adotado o nível de significância de 5% e os procedimentos
173 foram realizados no programa computacional IBM SPSS 20 (2011).

174

175 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

176

177 A temperatura do ar e o ITU aumentaram da manhã para tarde nos três
178 ambientes (Tab. 1). Isso pode ter ocorrido devido ao ambiente matutino ter menor
179 influência do aquecimento solar, o qual é cumulativo durante o dia. Pela manhã, a Ta e
180 ITU no SRE foi menor que no AAT e a tarde foi menor tanto no AAT quanto no meio
181 externo (Tab. 1). A Ta e ITU do ambiente externo não diferiu de SRE e de AAT pela
182 manhã. Apesar disso, todas temperaturas foram acima da termoneutralidade para as
183 matrizes suínas lactantes conforme Willians *et al.* (2013) que recomendaram valores de
184 18 a 20 °C. Os valores de ITU pela manhã estiveram dentro da zona termo neutra para
185 matrizes suínas em lactação, conforme Wegner *et al.* (2016) que consideraram valores
186 de $ITU \leq 74$ sem estresse por calor. A tarde o ITU em SRE foi próximo a 74, que é

187 condição de conforto térmico, já no galpão AAT e externo foram acima da normalidade
 188 para matrizes suínas, representando, portanto, uma situação de estresse por calor.
 189 Justino *et al.* (2015) verificaram que nos sistemas de resfriamento da nuca e no sistema
 190 de cortinas o ITU esteve dentro do conforto térmico pela manhã (71 e 73,8,
 191 respectivamente) e a tarde apresentou, respectivamente, situação de alerta (77,2) e
 192 perigo (80,6) para matrizes suínas lactantes.

193

194 Tabela 1- Mediana (md), média, máximo e mínimo da temperatura do ar (Ta), umidade relativa (UR) e índice de
 195 temperatura e umidade (ITU) pela manhã (M) e tarde (T), em galpões maternidade com resfriamento evaporativo
 196 com pressão negativa (SRE), aspersão de água sobre o telhado (AAT) e fora dos galpões (externo)

		SRE				AAT				Externo			
		Md	Média	Máx	Mín	md	Média	Máx	Mín	md	Média	máx	Mín
Ta °C	M	22,2Aa	22,1	23,3	21,1	24,1Ab	23,5	25,5	22,9	23,5Aab	24,2	25,4	22,2
	T	25,0Ba	24,8	26,3	23,1	27,6Bb	28,0	34,6	25,3	31,5Bb	30,0	31,2	27,3
UR %	M	95,2Aa	95,2	98,2	92,5	87,9Ab	88,3	95,6	80,5	87,8Ab	87,0	90,1	83,7
	T	91,5Ba	90,1	96,2	83,4	76,4Bb	76,3	89,0	61,2	62,6Bb	64,3	73,0	60,1
ITU	M	71,3Aa	71,3	72,9	69,9	73,6Ab	73,7	75,8	71,7	72,3Aab	72,5	74,8	71,1
	T	74,7Ba	74,6	76,7	72,6	77,3Bb	77,9	85,1	75,0	80,6Bb	79,4	81,0	76,6

197 Medianas seguidas por letras iguais maiúsculas (COLUNA) pelo teste de Mann-Whitney e minúsculas (LINHA) pelo
 198 teste de Kruskal-Wallis, não diferem entre si a 5%.

199

200 Pela manhã a UR foi maior que a tarde em todos ambientes (Tab. 1). Este
 201 resultado era esperado uma vez seu comportamento é oposto a Ta. Pela manhã e tarde a
 202 UR foi maior em SRE que ATT e externo, contudo os últimos não diferiram entre si
 203 (Tab. 1). Este resultado também era esperado, uma vez que o sistema *pad cooling* o
 204 resfriamento é realizado por vapor de água.

205 Morales *et al.* (2013) que trabalharam com matrizes suínas em maternidade com
 206 resfriamento evaporativo-SRE; resfriamento da nuca-RN e manejo de cortinas-MC,
 207 obtiveram Ta menores no SRE que em RN e MC pela manhã, elevando-se a tarde nos
 208 três sistemas. As umidades relativas foram maiores pela manhã nos três sistemas em
 209 relação à tarde, apresentando um comportamento inverso entre a umidade e temperatura
 210 do ar.

211 A frequência respiratória foi menor pela manhã em relação ao período da tarde
 212 nos animais dos dois sistemas de resfriamento (Tab. 2). Este resultado pode ser
 213 explicado em parte pela temperatura ambiente maior a tarde que consequentemente
 214 exigiu maior dissipação de calor para o ambiente por evaporação, elevando a frequência
 215 respiratória. As médias de frequência respiratória dos animais em AAT foram
 216 superiores à das SRE tanto pela manhã quanto a tarde. Apesar disto, ambas estiveram

217 acima de 40 resp.min⁻¹ que segundo Rozeboom *et al.* (2000) é uma situação
 218 característica de estresse por calor. Quando a temperatura ambiente está acima da
 219 temperatura crítica superior para matrizes em lactação (18 a 20 °C) (Willians *et al.*,
 220 2013), as porcas aumentam os movimentos respiratórios num esforço de elevar a perda
 221 por evaporação, pois a dissipação não- evaporativa está dificultada uma vez que depende
 222 de um gradiente entre as temperaturas do ar e do corpo. Justino *et al.* (2015) observaram
 223 valores de frequência respiratória pela manhã em porcas no SRE de 37,92 resp.m⁻¹ e no
 224 sistema de ventilação natural (SVN) de 46,25 resp.m⁻¹ valores inferiores aos verificados
 225 no presente estudo pela manhã. No período da tarde os valores observados por Justino et
 226 al., (2015), foram de 56,42 e 80,09 resp.m⁻¹, para SRE e SVN, respectivamente (valores
 227 maiores que os registrados no presente estudo pela tarde). Por outro lado, ao considerar
 228 que a frequência respiratória é um dos mecanismos fisiológicos utilizados pelos suínos
 229 para aumentar a perda de calor para o meio ambiente, e que a frequência respiratória foi
 230 maior nos animais sob AAT que SRE tanto pela manhã quanto a tarde, pode-se dizer
 231 que os animais em galpão com AAT foram submetidos a maior desconforto térmico.

232

233 Tabela 2- Mediana, média, desvio padrão da frequência respiratória (FR), temperatura superficial média (TSM),
 234 temperaturas da orelha, paleta, lombo e pernil e temperatura retal de matrizes suínas em lactação pela manhã e tarde
 235 alojadas em galpão com sistema de resfriamento evaporativo (SRE) ou com aspersão de água no telhado (AAT)

Variável	Período	SRE		AAT	
		Mediana	Média ± DP	Mediana	Média ± DP
FR (respirações/minuto)	Manhã	48,0 Aa	48,6±17,0	52,0 Ab	54,4±18,3
	Tarde	54,0 Ba	54,6±19,5	64,0 Bb	65,5±22,8
TSM (°C)	Manhã	31,2 Aa	31,1±1,2	32,9 Ab	32,8±1,0
	Tarde	32,5 Ba	32,5±1,1	34,3 Bb	34,4±1,2
T Orelha (°C)	Manhã	30,4 Aa	30,3±1,9	31,4 Ab	31,4±1,7
	Tarde	31,5 Ba	31,3±1,8	32,9 Bb	33,0±2,0
T Paleta (°C)	Manhã	31,3 Aa	30,8±1,9	32,6 Ab	32,4±1,6
	Tarde	32,6 Ba	32,3±1,5	34,3 Bb	34,2±1,6
T Lombo (°C)	Manhã	31,6 Aa	31,3±1,4	33,5 Ab	33,3±1,4
	Tarde	32,8 Ba	32,4±1,7	34,9 Bb	34,6±1,6
T Pernil (°C)	Manhã	32,1 Aa	32,0±1,3	34,2 Ab	34,0±1,1
	Tarde	34,0 Ba	33,8±1,2	36,0 Bb	35,8±1,0
Temperatura Retal (°C)	Manhã	38,5 Aa	38,5±0,5	38,6 Ab	38,6±0,5
	Tarde	38,8 Ba	38,8±0,6	39,1 Bb	39,1±0,6

236 Medianas seguidas por letras iguais maiúsculas (COLUNA) e minúsculas (LINHA) não diferem entre si pelo teste de
 237 Mann-Whitney a 5%.

238

239 A TS na orelha, paleta, lombo e pernil das matrizes aumentaram de manhã para
 240 a tarde e foram maiores em porcas em AAT que em a SRE (Tab. 2). Este resultado foi
 241 provavelmente pela elevação da Ta (Oliveira, 2016) uma vez que a TS acompanha a

242 variação da temperatura do ar. O aumento da FR e de TS são estratégias para lidar com
 243 a alta temperatura ambiente através da evaporação pelos pulmões e por aumento do
 244 fluxo sanguíneo para a pele (Muns *et al.*, 2016).

245 A temperatura retal das porcas também foi menor pela manhã em relação ao
 246 período da tarde independentemente do tipo do galpão e foi maior nos animais do AAT
 247 aquelas alojadas em SRE (Tab. 2), porém estiveram dentro do padrão fisiológico que é
 248 de 38 a 39,3 °C (Quiniou e Noblet, 1999). Portanto, a homeotermia foi mantida pelo
 249 aumento da frequência respiratória (maior perda evaporativa) e pelo acréscimo da
 250 temperatura superficial. Entretanto, este esforço para manter a eutermia foi maior em
 251 animais sob AAT.

252 O número de neutrófilos, relação N/L, e a porcentagem de neutrófilos e de
 253 linfócitos não diferiram entre matrizes sob SRE e AAT, embora o número de linfócitos
 254 tenha sido maior em animais sob SRE que AAT (Tab. 3).

255 Tabela 3- Mediana, média e desvio padrão do número e porcentagem de neutrófilos e linfócitos, da relação neutrófilo:
 256 linfócito (N/L) e da concentração sérica dos hormônios tireoidianos de matrizes suínas em lactação alojadas em
 257 galpão com sistema de resfriamento evaporativo por pressão negativa (SRE) ou com aspersão de água no telhado
 258 (AAT)
 259

Variáveis		Mediana	Média ± DP
Neutrófilos (/μL)	SRE	12586,50 A	13628,86±3831,20
	AAT	10850,00 A	11898,19±4016,41
Linfócitos (/μL)	SRE	3295,50 A	3766,14±1719,18
	AAT	2560,00 B	2689,52±1007,25
Relação N/L	SRE	4,001 A	4,544±2,780
	AAT	4,765 A	5,101±2,379
Neutrófilos (%)	SRE	77,00 A	74,54±10,665
	AAT	80,00 A	78,19±9,300
Linfócitos (%)	SRE	19,00 A	20,79±8,474
	AAT	17,00 A	18,87±8,686
T3 (ng.dL ⁻¹)	SRE	0,980 A	1,1357±0,401
	AAT	0,940 A	1,0345±0,343
T4 (ng.dL ⁻¹)	SRE	3,280 A	3,2764±0,336
	AAT	2,940 B	2,9242±0,333
T4/T3	SRE	0,309 A	0,344±0,104
	AAT	0,324 A	0,352±0,099
T4 livre (ng.dL ⁻¹)	SRE	0,735 A	0,794±0,219
	AAT	0,770 A	0,809±0,147
T4total/T4livre	SRE	4,406 A	4,314±0,736
	AAT	3,713 B	3,667±0,420

260 Medianas seguidas por letras iguais maiúsculas (COLUNA) não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney a 5%
 261 DP = desvio padrão.
 262

263 Quiñonero *et al.* (2009) determinaram os marcadores fisiológicos de estresse: a
264 razão entre neutrófilos e linfócitos (N/L) e as concentrações de corticoides em porcas
265 gestantes. Concluíram que quando os animais são submetidas ao estresse térmico por
266 um período médio a longo prazo a relação neutrófilos: linfócitos é um bom indicador e
267 que a concentração de corticoides mostrou maior variabilidade e é um marcador de
268 estresse mais eficiente quando os animais foram submetidos ao estresse por curto prazo.
269 Além disso, Widowski *et al.* (1989) e Wallgren *et al.* (1994) citaram que suínos em
270 situação de estresse por calor os neutrófilos (N) aumentam e os linfócitos (L) diminuem.
271 Assim, é esperado que a relação N/L aumente em situações de estresse por calor, o que
272 não foi observado no presente estudo indicando que as matrizes apresentaram respostas
273 fisiológicas semelhantes apesar da maior temperatura do ar e ITU no sistema AAT em
274 comparação ao SRE.

275 As concentrações de T3 e T4 livre e a relação T4/T3 não diferiram entre as
276 porcas criadas sob SRE e as mantidas sob AAT (Tab. 3). Porém, animais sob AAT
277 apresentaram menores concentrações séricas de T4 e relação T4total/T4livre que
278 animais sob SRE (Tab. 3). Os hormônios tireoidianos aumentam o consumo de oxigênio
279 pelos tecidos e, como resultado há acréscimo na produção de calor e provavelmente são
280 os primeiros a determinar a taxa metabólica (Cunningham e Klein, 2004). Ao
281 considerar que a exposição ao ambiente quente, o organismo tenta reduzir a produção de
282 calor endógeno para manter o equilíbrio térmico, é esperado uma queda na produção
283 dos hormônios tireoidianos sob estas condições térmicas. Nesse sentido, Prunier *et al.*
284 (1997) verificaram menores concentrações de T3 e de T4 em fêmeas suínas criadas em
285 locais com temperatura de 30 °C em relação aquelas alojadas a 20 °C e afirmaram que
286 provavelmente este resultado está relacionado ao efeito termogênico desses hormônios,
287 e que pode ser considerado como um mecanismo adaptativo para reduzir a produção de
288 calor. No presente estudo não foi observado redução de T4 livre (hormônio disponível
289 para formar T3) e T3 (metabolicamente ativo) entre os animais sob os dois sistemas de
290 resfriamento indicando que a taxa metabólica não precisou reduzir para auxiliar no
291 equilíbrio térmico.

292 Em resumo, é importante considerar que as porcas e os leitões têm exigências
293 térmicas diferentes. A matriz é sensível a elevadas temperaturas e o leitão sensível ao

294 frio. Dessa forma, é necessário prover um bom sistema de resfriamento para as matrizes
295 como o SRE, bem como para os leitões por exemplo, escamoteador, aquecimento e luz.

296

297

CONCLUSÕES

298

299 Considerando a temperatura do ar, ITU, frequência respiratória, temperaturas
300 superficial e retal, porcas lactantes criadas em galpão com sistema de resfriamento
301 evaporativo por pressão negativa são beneficiadas por causa da maior facilidade de
302 manter a homeotermia e bem-estar que as mantidas sob resfriamento por aspersão de
303 água sobre o telhado, no verão, em ambiente tropical.

304

305

REFERÊNCIAS

306

307 BARBARI, M.; CONTI, L. Use of different cooling systems by pregnant sows in
308 experimental pen. *Biosyst. eng.*, v.103, n. 2, p.239-244, 2009. Disponível em:
309 <[https://ac.els-cdn.com/S1537511009000658/1-s2.0-S1537511009000658-](https://ac.els-cdn.com/S1537511009000658/1-s2.0-S1537511009000658-main.pdf?_tid=9b4b0d81-35b9-4b0c-b2f3-b0097ca8bbfe&acdnat=1530137525_28caf1c6f3b2d583d0869ac975001fe1)
310 [main.pdf?_tid=9b4b0d81-35b9-4b0c-b2f3-](https://ac.els-cdn.com/S1537511009000658/1-s2.0-S1537511009000658-main.pdf?_tid=9b4b0d81-35b9-4b0c-b2f3-b0097ca8bbfe&acdnat=1530137525_28caf1c6f3b2d583d0869ac975001fe1)
311 [b0097ca8bbfe&acdnat=1530137525_28caf1c6f3b2d583d0869ac975001fe1](https://ac.els-cdn.com/S1537511009000658/1-s2.0-S1537511009000658-main.pdf?_tid=9b4b0d81-35b9-4b0c-b2f3-b0097ca8bbfe&acdnat=1530137525_28caf1c6f3b2d583d0869ac975001fe1)>. Acessado
312 em: 05 maio 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.02.016>

313

314 BLOEMHOF, S.; VAN DER WAAIJ, E.H.; MERKS, J.W.M. *et al.* Sow line
315 differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. *J.*
316 *Anim. Sci.*, v.86, n. 12, p.3330-3337, 2008. Disponível em:
317 <<https://pdfs.semanticscholar.org/7740/a520a09a0359a31eb3e2e78e431f12a19265.pdf>>
318 acesso em 12 jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0862>.

319

320 CAMPOS, H. *Estatística Experimental Não-Paramétrica*. ESALQ/USP, Piracicaba:
321 Departamento de Matemática e Estatística, 1984.

322

323 CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G.B. Glândulas endócrinas e suas funções. _____
324 *Tratado de Fisiologia Veterinária*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, Cap. 33, p. 350-381.
325 2004.

326

327 DE BRAGANÇA, M.M.; MOUNIER, A.M.; PRUNIER, A. Does feed restriction
328 mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? *J. Anim. Sci.*, v.
329 76, n. 8, p. 2017-2024. 1998. Disponível em:
330 <<https://academic.oup.com/jas/article/76/8/2017/4643221>>. Acessado em: 13 jun. 2018.
331 DOI: <https://doi.org/10.2527/1998.7682017x>.

332

333 IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS *Statistics for Windows*, Version 20.0. Armonk,
334 NY: IBM Corp.

335

336 JUSTINO, E.; NÄÄS, I.A.; CARVALHO, T.M.R. *et al.* Efeito do resfriamento
337 evaporativo e do balanço eletrolítico sobre a lactação de porcas em condições de verão
338 tropical. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.67, n.2, p.455-464, 2015. Disponível em:
339 <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v67n2/0102-0935-abmvz-67-02-00455.pdf>>.

340 Acessado em: 25 abr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-6478>.

341

342 MORALES, O.E.S.; GONÇALVES, M.A.D.; STORTI, A.A. *et al.* Effect of different
343 systems for the control of environmental temperature on the performance of sows and
344 their litters. *Acta Sci. Vet.*, v. 41, Pub. 1111, 2013. Disponível em:
345 <<http://www.ufrgs.br/actavet/41/PUB%201111.pdf>>. Acessado em: 21 maio 2018.

346

347 MUNS, R.; MALMKVIST, J.; LARSEN, M.L.V. *et al.* High environmental
348 temperature around farrowing induced heat stress in crated sows. *J. Anim. Sci.*, 94, p.
349 377–384, 2016. Disponível em: <[https://search.proquest.com/docview/1778396466?pq-](https://search.proquest.com/docview/1778396466?pq-origsite=gscholar)
350 [origsite=gscholar](https://search.proquest.com/docview/1778396466?pq-origsite=gscholar)>. Acessado em: 15 fev. 2018. DOI: [https://doi.org/10.2527/jas.2015-](https://doi.org/10.2527/jas.2015-9623)
351 [9623](https://doi.org/10.2527/jas.2015-9623).

352

353 OLIVEIRA, R.F. *Estresse por calor em suínos machos castrados*. 2016. 125 f.
354 Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

355 PRUNIER, A.; De BRAGANÇA, M.; LE DIVIDICH, J. Influence of high ambient
356 temperature on performance of reproductive sows. *Livest. Prod. Sci.*, v.52, p.123-133,
357 1997. Disponível em: <<https://ac.els-cdn.com/S0301622697001371/1-s2.0->

358 [S0301622697001371-main.pdf?_tid=11320234-38b5-48d2-be01-](#)
359 [5ea2e4405f7c&acdnat=1530139076_90a49a781b85fa9ef93dab7e5f171cd1](#)>. Acessado
360 em: 27 jun. 2018. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00137-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00137-1).

361 QUINIOU, N.; NOBLET, J. Influence of high ambient temperatures on performance of
362 multiparous lactating sows. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.77, n. 8, p. 2124-2134, 1999.
363 DOI: <https://doi.org/10.2527/1999.7782124x>

364
365 QUIÑONERO, J.; GARCÍA-SANTAMARÍA, C.; MARÍA-DOLORES, E. *et al.*
366 Physiological indicators of stress in gestating sows under different cooling systems.
367 *Pesq. Agropec. Bras.*, v.44, n.11, p.1549-1552, 2009. Disponível em:
368 <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n11/25.pdf>>. Acessado em: 27 jun. 2018.

369
370 RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S. *et al.* Adaptation to hot climate and
371 strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6, p. 707–728. 2012.
372 Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/45CDE339A49147C69DBF0D3EB438EB75/S1751731111002448a.pdf/adaptation_to_hot_climate_and_strategies_to_alleviate_heat_stress_in_livestock_production.pdf>.
373
374
375 Acessado em: 27 jun. 2018. DOI:
376 <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>.

377
378 ROZEBOOM, K.; SEE, T.; FLOWERS, B. *Coping with seasonal infertility in the herd:*
379 part I. 2000. Disponível em:
380 <http://mark.asci.ncsu.edu/Swine_News/2000/sn_v2303.htm>. Acessado em: 20 jan.
381 2018.

382
383 STORTI, A.A.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; ANTUNES, R.C. *et al.* Níveis de
384 hormônios tireoideanos circulantes, desempenho e qualidade de carcaça e carne de
385 suínos em crescimento e terminação. *Ciênc. Rural*, v. 43, n.1, p. 139-144, 2012.
386 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n1/a0613cr2012-0114.pdf>>. Acessado
387 em: 03 mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000136>

388

- 389 STOKOL, T.; ERB, N. A comparison of platelet parameters in EDTA and Citrate
390 anticoagulated blood in dogs. *Vet. Clin. Pathol.*, v.36, n. 2, p-148-154, 2007.
391
- 392 THOM, E.C. The discomfort index. *Weatherwise*, v.12, n.1, p.57-60, 1959. DOI:
393 <https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>.
394
- 395 TOLON, Y. B; NÃÃS, I.A. Avaliação de tipos de ventilação em maternidade de suínos.
396 *Eng. Agríc.*, v.25, n.3, p.565-574, 2005. Disponível em:
397 <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n3/28051.pdf>>. Acessado em: 25 mar. 2018. DOI:
398 <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000300001>
399
- 400 WALLGREN, P.; LILL-WILEN, I.; FOSSUM, C. Influence of experimentally induced
401 endogenous production of cortisol on the immune capacity in swine. *Vet. Immunol.*
402 *Immunopathol.*, v. 42, p. 391-316, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-](https://doi.org/10.1016/0165-2427(94)90075-2)
403 [2427\(94\)90075-2](https://doi.org/10.1016/0165-2427(94)90075-2)
404
- 405 WEGNER, K.; LAMBERTZ, C.; DAS, G. *et al.* Effects of temperature and
406 temperature-humidity index on the reproductive performance of sows during summer
407 months under a temperate climate. *Anim. Sci. J.*, v. 87, n. 11, p. 1334-1339, 2016. DOI:
408 <https://doi.org/10.1111/asj.12569>
409
- 410 WIDOWSKI, T.M.; CURTIS, S.E.; GRAVES, C.N. The neutrophil:lymphocyte ratio in
411 pigs fed cortisol. *Can. Anim. Sci.*, v. 69, p. 501-504, 1989. Disponível em:
412 <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/cjas89-058>>. Acessado em: 27 jun.
413 2018. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjas89-058>
414
- 415 WILLIAMS, A.M.; SAFRANSKI, T.J.; SPIERS, D.E. *et al.* Effects of a controlled heat
416 stress during late gestation, lactation, and after weaning on thermoregulation,
417 metabolism, and reproduction of primiparous sows. *J. Anim. Sci.*, v. 91, p. 2700–2714,
418 2013. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6055>

ANEXO A – PROTOCOLO DE REGISTRO NO CEEA-UNIUBE



Ofício CEEA-068/2016

Uberaba, 16 de dezembro de 2016

Ilmo. Prof.

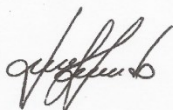
Evandro José Rigo

Assunto: Encaminha processo nº 026/2016, sobre o protocolo de pesquisa "Desempenho das fêmeas suínas e suas leitgadas em sistemas de ambientes climatizado e não climatizado".

Prezado(a) Professor(a),

Em resposta a sua solicitação, informo que o protocolo acima referido foi submetido avaliação do CEEA-UNIUBE, em avaliação no dia 15/12/2016, sendo considerado **aprovado**.

Atenciosamente,



Prof. Joly F. Figueiredo Bitter

Coordenadora do CEEA-UNIUBE

ANEXO B – INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS DA REVISTA ARQUIVO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA



INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Orientações Gerais

- Toda a tramitação dos artigos é feita exclusivamente pelo Sistema de publicação online do Scielo – ScholarOne, no endereço <http://mc04.manuscriptcentral.com/abmvz-scielo> sendo necessário o cadastramento no mesmo.
- Leia "[PASSO A PASSO – SISTEMA DE SUBMISSÃO DE ARTIGOS POR INTERMÉDIO DO SCHOLARONE](#)"
- Toda a comunicação entre os diversos autores do processo de avaliação e de publicação (autores, revisores e editores) será feita apenas de forma eletrônica pelo Sistema, sendo que o autor responsável pelo artigo será informado automaticamente por e-mail sobre qualquer mudança de status do mesmo.
- Fotografias, desenhos e gravuras devem ser inseridos no texto e quando solicitados pela equipe de editoração também devem ser enviados, em separado, em arquivo com extensão JPG, em alta qualidade (mínimo 300dpi), zipado, inserido em "Figure or Image" (Step 6).
- É de exclusiva responsabilidade de quem submete o artigo certificar-se de que cada um dos autores tenha conhecimento e concorde com a inclusão de seu nome no texto submetido.

O **ABMVZ** comunicará a cada um dos inscritos, por meio de correspondência eletrônica, a participação no artigo. Caso um dos produtores do texto não concorde em participar como autor, o artigo será considerado como desistência de um dos autores e sua tramitação encerrada.

Comitê de Ética

É indispensável anexar cópia, em arquivo PDF, do Certificado de Aprovação do Projeto da pesquisa que originou o artigo, expedido pelo CEUA (Comitê de Ética no Uso de Animais) de sua Instituição, em atendimento à Lei 11794/2008. O documento deve ser anexado em "Ethics Committee" (Step 6). Esclarecemos que o número do Certificado de Aprovação do Projeto deve ser mencionado no campo Material e Métodos.

Tipos de artigos aceitos para publicação

Artigo científico

É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" – Step 6), Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a 15, incluindo tabelas, figuras e Referências. O número de Referências não deve exceder a 30.

Preparação dos textos para publicação

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal.

Formatação do texto

O texto **NÃO** deve conter subitens em nenhuma das seções do artigo, deve ser apresentado em arquivo Microsoft Word e anexado como "Main Document" (Step 6), no formato A4, com margem de 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), na fonte Times New Roman, no tamanho 12 e no espaçamento de entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do artigo (do título às referências), **com linhas numeradas**.

Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país

Seções de um artigo

Título: Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 50 palavras.

Autores e Filiação: Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com identificação da instituição a qual pertencem. O autor e o seu e-mail para correspondência devem ser indicados com asterisco somente no "Title Page" (Step 6), em arquivo Word.

Resumo e Abstract: Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 200 palavras em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação completa.

Palavras-chave e Keywords: No máximo cinco e no mínimo duas*. * na submissão usar somente o Keyword (Step 2) e no corpo do artigo constar tanto keyword (inglês) quanto palavra-chave (português), independente do idioma em que o artigo for submetido.

Introdução: Explanação concisa na qual os problemas serão estabelecidos, bem como a pertinência, a relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, o suficiente para balizá-la.

Material e Métodos: Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Nos trabalhos que envolvam animais e/ou organismos geneticamente

modificados **deverão constar obrigatoriamente o número do Certificado de Aprovação do CEUA**. (verificar o Item Comitê de Ética).

Resultados: Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.

Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto, a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando referir-se a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é oito). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Figura. Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é citada no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se citar mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser enviados no formato JPG com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão, na tela de registro do artigo. As figuras devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Nota: Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.

Discussão: Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer uma das partes).

Conclusões: As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, **SEM** revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.

Agradecimentos: Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.

Referências: As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e teses devem ser referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando indispensáveis. São adotadas as normas gerais da ABNT, **adaptadas** para o ABMVZ, conforme exemplos:

Como referenciar:

1. Citações no texto

A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:

- autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88);
- dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974);
- mais de dois autores: (Ferguson *et al.*, 1979) ou Ferguson *et al.* (1979);
- mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson *et al.* (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson *et al.*, 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.

Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão **citado por** e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências deve-se incluir apenas a fonte consultada.

Comunicação pessoal. Não faz parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

2. Periódicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. *Am. J. Vet. Res.*, v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. *Not. Med. Vet.*, n.1, p.13-20, 1984.

3. Publicação avulsa (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. *Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte.* 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. Documentos eletrônicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

- JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerald-Summit-RelatedArticles/>>. Acessado em: 5 dez. 1994.