

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

LARISSA SOARES DE OLIVEIRA

Em ambiente tropical os meses mais quentes do ano influenciam no número de leitões
nascidos vivos e natimortos?

Uberlândia
2023

LARISSA SOARES DE OLIVEIRA

Em ambiente tropical os meses mais quentes do ano influenciam no número de leitões nascidos vivos e natimortos?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Mara Regina Bueno de M. Nascimento

Coorientador: Amanda Aparecida Brito

Uberlândia
2023

LARISSA SOARES DE OLIVEIRA

Em ambiente tropical os meses mais quentes do ano influenciam no número de leitões nascidos vivos e natimortos?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Uberlândia, 22 de junho 2023.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento – (FAMEV-UFU)

Profa Dra. Ana Luísa Neves Alvarenga Dias – (FAMEV-UFU)

Profa. Dra. Eliane da Silva Morgado – (FAMEV-UFU)

Dedico este trabalho à Deus, e minha mãe que
me auxiliaram e me deram forças para chegar
até aqui!

AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar, por me conceder saúde e para enfrentar os estudos e por me fortalecer a cada dia mais ao longo da minha graduação.

Aos meus pais Vivian e Hecton e ao meu irmão Enzo, que sempre foram meu alicerce, sempre estiveram ao meu lado. Em especial, a minha mãe pelo amor incondicional, por ser minha maior apoiadora, mesmo nos momentos em que eu duvidava de mim mesma, sempre estava lá para me ajudar e provar que eu era capaz. Essa conquista é nossa!

Aos meus avôs Cirlene e Jose Euripedes, minhas madrinhas Cinthya e Camila, e ao meu tio Amadeu, por serem a minha maior rede de apoio, por todos os momentos de união e apoio que compartilhamos como família, vocês são essenciais pra mim.

Aos meus amigos, Gustavo Rodrigues, por todos os momentos incríveis, pelo companheirismo, por sempre me apoiar e ter me ensinado muito nos últimos meses.

Às minhas amigas Isabela Gimenes, Julia Elize, Lorrany Tavares, Mariana Rodrigues e Vitoria Emanuelle por todo apoio nestes cinco anos de graduação, por todas as risadas compartilhadas, pelas conversas e pelas experiências inesquecíveis que vivemos juntas. Vocês trouxeram diversão e alegria nestes cinco anos de graduação.

À minha orientadora Profa. Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento e coorientadora Amanda Aparecida Brito, que me auxiliaram neste trabalho com todo o seu conhecimento, me apoiaram e sempre me auxiliaram. Além disso, agradeço às professoras Ana Luísa Dias, Camila Raineri, Eliane Morgado, Janine França e Natascha Almeida por todo o aprendizado e apoio!

RESUMO

Os suínos adultos são animais sensíveis ao calor. As temperaturas elevadas representam um fator importante que pode afetar a reprodução da porca, com isso poderá impactar negativamente no desempenho reprodutivo. Assim, neste estudo objetivou-se identificar os dois meses com mais dias de conforto térmico (C) e mais dias de estresse por calor (E), verificar o efeito sobre o número de leitões nascidos vivos e natimortos por parto, e determinar a diferença entre estresse e controle, ou seja, a razão E/C. Para isto foi utilizado um banco de dados de uma granja comercial localizada no Triângulo Mineiro, de janeiro 2016 a dezembro de 2018. Informações de 3.848 partos de porcas F1 (Landrace x Large White), com 2 a 5 ordens de parto, foram disponibilizadas. Os dados meteorológicos foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com dados diários de temperatura máxima, umidade relativa mínima e calculou-se o índice de temperatura e umidade máximo diário (ITUmax). Com base no ITUmax foram definidos os dois meses de cada ano que apresentaram mais dias de ITUmax $> 74,4$ (E) e os dois meses que apresentaram mais dias de ITU $\leq 74,4$ (C). Os dados foram analisados pelos testes não paramétricos de Mann Whitney e de Kruskal-Wallis com nível de significância de 5%. Dentro os três anos de estudo, março e dezembro foram definidos como meses de estresse (E) e junho e julho como meses de controle (C). O ITUmax no grupo E, foi maior em 2018 em comparação com 2017, porém não diferiu de 2016. No grupo C em 2017 observou-se o menor ITUmax. Em relação aos números de nascidos vivos e natimortos, em 2016, não houve diferença entre os grupos E e C. Em 2017 o número de nascidos vivos foi menor no grupo E em comparação com o C, mas o número de natimortos não diferiu entre os grupos. Porém, em 2018 o número de natimortos foi maior no grupo E em comparação com o grupo C, mas não teve diferença no número de nascidos vivos. Em relação as proporções de E/C em 2016 e 2017, a proporção de E/C no numero de nascidos vivos foram inferior a 1.0, e em 2018 a proporção E/C ser superior a 1.0. Já o número de natimortos a proporções de E/C de 2016 e 2018, razão maior que 1, e em 2017, a proporção foi razão menor que 1. Com isso, porcas criadas em ambiente tropical, nos meses mais quentes do ano, reduz o número de leitões nascidos vivos com um aumento na ocorrência de natimortos.

Palavras-chave: suínos; estresse por calor; matriz suína.

ABSTRACT

Adult pigs are heat sensitive animals. Elevated temperatures represent an important factor that can affect sow reproduction, which can affect reproductive performance. Thus, this study aimed to identify the two months with more days of thermal comfort (C) and more days of heat stress (E), to verify the effect on the number of piglets born alive and stillborn per farrowing, and to determine the difference between stress and control, that is, the E/C ratio. For this, a database of a commercial farm located in Triângulo Mineiro, from January 2016 to December 2018, was used. Information on 3,848 farrowings of F1 sows (Landrace x Large White), with 2 to 5 farrowing orders, was made available. Meteorological data were obtained by the National Institute of Meteorology (INMET), with daily data on maximum temperature, minimum relative humidity and the maximum daily temperature and humidity index (THImax) was calculated. Based on the THImax, the two months of each year with the most THImax days > 74.4 (E) and the two months with the most TITU days ≤ 74.4 (C) were defined. Data were analyzed using non-parametric Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests with a significance level of 5%. Within the three study years, March and December were defined as stress months (E) and June and July as control months (C). The THImax in group E was higher in 2018 compared to 2017, but did not differ from 2016. In group C, in 2017, the lowest THImax was observed. Regarding the numbers of live births and stillbirths, in 2016, there was no difference between groups E and C. In 2017, the number of live births was lower in group E compared to C, but the number of stillbirths did not differ between groups. However, in 2018 the number of stillbirths was higher in group E compared to group C, but there was no difference in the number of live births. Regarding the E/C ratios in 2016 and 2017, the E/C ratio in the number of live births was less than 1.0, and in 2018 the E/C ratio was greater than 1.0. The number of stillbirths at E/C ratios in 2016 and 2018, a ratio greater than 1, and in 2017, the ratio was lower than 1. As a result, sows reared in a tropical environment, in the hottest months of the year, reduce the number of piglets born alive with an increase in the occurrence of stillbirths.

Keywords: swine; heat stress; swine sow.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1	Bem-estar na Suinocultura	10
2.2	Mudanças climáticas e sua influência na suinocultura	10
2.3	Mecanismos regulatórios de temperatura corporal interna dos suínos	11
2.3.1	<i>Termogênese</i>	<i>12</i>
2.3.2	<i>Termólise.....</i>	<i>12</i>
2.4	Zona de termoneutralidade	13
2.5	Efeitos do estresse por calor durante a gestação.....	14
2.6	Índices de estresse térmico.....	15
2.7	Relação verão-inverno.....	15
3	METODOLOGIA.....	17
4	RESULTADOS	19
5	DISCUSSÃO.....	22
6	CONCLUSÃO.....	24
	REFERÊNCIAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande destaque no comércio de carne suína a nível global, uma vez que é o 4º maior produtor e exportador deste produto (DALLA, 2020). Somente no primeiro semestre de 2022 foram abatidos cerca de 13 milhões suínos (IBGE, 2022). A região sul do Brasil é responsável por 66,0% do abate nacional de suínos, seguida pela região Sudeste com 18,8%. Ao longo de 2012 a 2022 a produção brasileira passou de 3.488 milhões de toneladas para 4.983 com um aumento de 1,495 ao longo destes anos (ABPA, 2022).

Devido à alta demanda por carne suína foi necessário intensificar a produção destes animais, com a introdução de novas tecnologias na cadeia de produção, utilização de práticas mais modernas, animais mais eficientes (ALVES, 2018) e maior implantação do sistema de confinamento de suínos (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010).

Para a produção de suínos os fatores ambientais são uma limitação, principalmente o ambiente térmico ao qual os animais são submetidos (HANNAS, 1999). Além disso, quando expostos ao estresse térmico, os suínos apresentam alterações fisiológicas na tentativa de manter o equilíbrio térmico, com isso um desafio para manter a produção animal são as mudanças e variações do clima (OLIVEIRA, 2012).

Os suínos na fase adulta são sensíveis a altas temperaturas, por conta do seu elevado metabolismo e peso corporal, produzindo muito calor endógeno, dificultando a adaptação destes animais ao ambiente quente (ARAÚJO; GUIMARAES; GOMES, 2022). Devido à ausência de glândulas sudoríparas funcionais, a principal forma dos suínos de dissipar calor é pela evaporação, sendo o aumento da frequência respiratória o principal sinal que o animal está submetido ao estresse por calor (ROSS, 2017). Os suínos submetidos a alta temperatura também podem apresentar diminuição da atividade metabólica e da ingestão de alimentos, aumento do fluxo sanguíneo periférico e da ingestão de água (SILVA et al., 2013). Assim, matrizes suínas criadas em ambiente quente podem apresentar menor desempenho reprodutivo (TOLON et al., 2010). Podendo afetar a sobrevivência dos conceptos das matrizes, principalmente na fase inicial da gestação, causando impactos na produção (SILVA et al., 2013).

Uma estratégia para identificar os efeitos do estresse por calor é calcular o índice chamado relação verão: inverno (V/I). Este índice foi desenvolvido em Israel para avaliar o desempenho de vacas leiteiras dividindo o desempenho obtido no verão pelo alcançado no inverno (FLAMENBAUM; EZRA, 2007). Então, estes autores criaram este índice para medir a efetividade de métodos para amenizar os efeitos do estresse por calor em fazendas leiteiras

em Israel avaliando o desempenho nos três meses de verão, com relação aos três meses de inverno (V/I).

Assim, objetivou-se identificar os meses com maiores e menores número de dias com índice de temperatura e umidade máximo diário (ITUmax), respectivamente estresse (E) e controle (C) e calcular o número de leitões nascidos vivos e natimortos em E e C e determinar a relação E/C com dados de uma granja de suínos em Minas Gerais, Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bem-estar na Suinocultura

A questão do bem-estar vindo sendo discutida como uma das principais preocupações dentro da produção animal, em decorrência da intensificação da produção de suínos no Brasil, a suinocultura passou a ser dominada pelo sistema de criação intensivo, com objetivo de otimizar o desempenho econômico e produtivo (BAPTISTA; BERTANI; BARBOSA, 2011). Para garantir o bem-estar animal é necessário que o animal esteja saudável, bem nutrido, livre para expressar seu comportamento natural, e estando livre de medo, dores e angústias (VELONI et al., 2013) E com isto, como aponta Baptista, Bertani e Barbosa (2011) foi elaborado na Inglaterra pelo John Webster e adotado pelo Farm Animal Welfare Council conceito mais utilizado para definir o bem-estar em 5 liberdades:

1. liberdade fisiológica (ausência de fome e de sede);
2. liberdade ambiental (edificações adaptadas);
3. liberdade sanitária (ausência de doenças e de fraturas);
4. liberdade comportamental (possibilidade de exprimir comportamentos normais);
5. liberdade psicológica (ausência de medo e de ansiedade).

Com isto, para avaliarmos o bem-estar do animal, podem ser observadas algumas alterações no animal como: aumento da frequência cardíaca, a atividade adrenal e a resposta do sistema imunológico (BAPTISTA; BERTANI; BARBOSA, 2011). Estas avaliações são relacionadas com estresse, sendo assim quando o estresse aumenta, o bem-estar diminui (SANTOS, 2004). Com isso, por conta de os suínos serem sensíveis às variações das condições meteorológicas, este estresse em relação a alterações fisiológicas dos animais, comprometem seu rendimento. Além disso, o estresse que estes animais sofrem, pode desencadear o desenvolvimento de comportamentos estereotipados pelos animais como pressionar bebedouro sem beber água (*drinker-biting*), movimento de mastigação (*sham-chewing*), esfregar a cabeça (*head-rubbing*) ou permanecer deitado (*lying-down*) (VELONI et al., 2013).

2.2 Mudanças climáticas e sua influência na suinocultura

As mudanças climáticas que vem ocorrendo ao longo dos anos, pode causar vários danos à produção animal, de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças

Climáticas (IPCC), nos últimos anos houve um aumento constante na temperatura em todo o mundo, podendo ser parcialmente explicado devido a emissão de gases de efeito estufa por conta das ações humanas. Para previsões futuras, o aumento da ocorrência e intensidade das secas, inundações e ondas de calor, que causam efeitos negativos na produção agropecuária, levando prejuízos econômicos aos produtores. (IPCC, 2021).

As mudanças climáticas podem dificultar que os suínos se mantenham dentro de sua zona de termoneutralidade, sendo que o aumento da temperatura ambiente impacta negativamente na produtividade das porcas. Um exemplo disso ocorre durante o período gestacional, no qual o estresse causado pela alta temperatura e umidade podem diminuir o número de leitões nascidos vivos e aumentar o número de natimortos.(BORTOLOZZO; GAGGINI; WENTZ, 2011).

2.3 Mecanismos regulatórios de temperatura corporal interna dos suínos

Os suínos são animais homeotérmicos e precisam realizar processos fisiológicos para manter sua temperatura interna constante e também são termodinâmicos, sendo que continuamente fazem troca de energia térmica com o ambiente (HANNA, 1999). De acordo com Silva (2000), a termorregulação é o processo de controle de temperatura que o animal realiza para manter constante a sua temperatura interna. A todo tempo o animal pode realizar trocas de energia com o ambiente, seja de ganho ou perda.

A termorregulação é realizada por termorreceptores centrais e periféricos, controlado pelo hipotálamo, como centro regulador (SOUZA et al., 2020). O hipotálamo é responsável por regular a temperatura do corpo, ao receber informações externas através dos receptores sensoriais que a temperatura do animal está fora do que é considerado temperatura média, é sendo necessário que o animal realize reações fisiológicas para regularizar a sua temperatura corporal do animal (DE SOUZA; BATISTA, 2012).

Para regulação da temperatura corporal, segundo De Souza e Batista et al. (2012), os animais homeotérmicos devem manter a temperatura corporal dentro de limites estreitos ao longo do dia. Esta é influenciada pela quantidade de energia estocada por unidade de massa corporal, e esta energia pode aumentar de acordo com processos de termogênese ou diminuir pela termólise. (SILVA, 2000). De acordo com Castro (2010), a termogênese e termólise são processos realizados pelas trocas de calor com ambiente, sendo que o animal aciona os mecanismos regulatórios controlados pelo hipotálamo de acordo com a temperatura ambiente, comparativamente à sua zona de conforto térmico.

2.3.1 Termogênese

O processo de produção de calor realizado pelos suínos é conhecido por termogênese, que consiste no processo de aumento de energia térmica podendo vir através do ambiente, exercício físico ou atividade metabólica, sendo assim podendo aumentar a temperatura corporal do animal (SILVA, 2000). Esta necessidade do animal em produzir calor ou obter o calor são reações fisiológicas realizadas de acordo com mudança na temperatura do ambiente.

A produção de calor ocorre de duas formas. Uma forma é pelo calor no interior do organismo que se dá pelas suas funções fisiológicas, por exemplo, a atividade endócrina (tireoide, adrenais, hipófise), o metabolismo celular (utilizando reservas energéticas), o movimento muscular (calafrios, que são contrações musculares involuntárias) e a ingestão de alimento (HANNAS, 1999). E outra forma pelo ganhar calor do ambiente, como aponta a mesma autora aponta pela radiação através de ondas eletromagnéticas e por condução em que o contato físico com objetos mais quentes que a superfície corporal resulta em ganho de calor.

2.3.2 Termólise

A termólise consiste no processo de perda de calor para o ambiente por reações fisiológicas realizadas pelo animal a todo o instante para manter o equilíbrio térmico (REECE, 2017). A perda de calor é influenciada por diversos fatores como: área de superfície corporal, ambiente, cor da pele, fluxo de sangue, vaporização da água pelo pulmão e pele, ingestão de água e de alimentos, entre outros, buscando manter o animal no seu equilíbrio térmico (FAGUNDES, 2014).

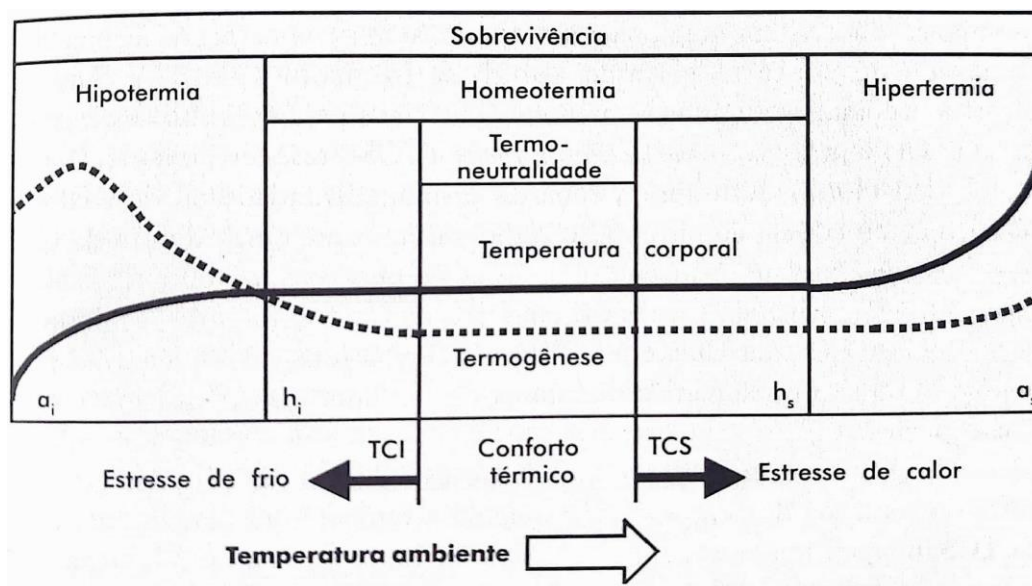
Os mecanismos de troca de calor podem ser calor sensível (não evaporativo) e calor latente (evaporativo) (HANNAS, 1999). A perda de calor sensível pode ser realizada por irradiação através de ondas eletromagnéticas, por condução pelo contato do animal com superfícies mais frias do que sua temperatura e por convecção sendo através do fluido líquido ou gasoso com temperaturas mais frias do que a temperatura do animal (SILVA, 2009).

A perda de calor latente ocorre pela evaporação da água através da pele e vias respiratórias. Quando os suínos são submetidos a altas temperaturas, a principal forma de perda de calor é através de evaporação, com o aumento da frequência respiratória. Porém, a associação de alta temperatura e alta umidade relativa do ar, a perda de calor por evaporação diminui (ARAÚJO; GUIMARÃES; GOMES, 2022).

2.4 Zona de termoneutralidade

Os suínos precisam estar dentro de uma faixa de temperatura ambiente que proporcionam maior conforto que é denominada de zona de termoneutralidade na qual o animal estará em equilíbrio térmico com menor gasto energético para expressar o máximo da sua produtividade (SILVA, 2009). A zona de termoneutralidade possui dois extremos definidos como valores mínimos e máximos para manutenção da homeotermia com menor gasto energético, sendo denominados de Temperatura Crítica Inferior (TCI) e Temperatura Crítica Superior (TCS) (Figura 1). Dentro desta zona o animal está no seu conforto térmico, zona que apresenta seu maior potencial genético como aponta Fialho, Ost e Oliveira (2001).

Figura 1: Gráfico representando a Zona de termoneutralidade



Fonte: Silva, 2000.

Quando exposto a baixa temperatura, ou seja, abaixo da TCI o suíno estará sob estresse por frio, podendo entrar em hipotermia. A hipotermia é a queda da temperatura do corpo interna abaixo da sua temperatura corporal de normalidade e que pode ser causada por perda excessiva de calor ou produção insuficiente do mesmo (SANTOS et al., 2012). Já quando animal é exposto a alta temperatura, acima da TCS é considerado estresse por calor, podendo levar à hipertermia (Figura 1).

Quando o suíno está fora da zona de conforto, por exemplo o frio, ele precisa produzir mais calor corporal para aumentar a termogênese e/ou reduzir a dissipação de calor. Quando está em ambiente quente, deverá aumentar a termólise para perder o excesso de calor para o

ambiente ou reduzir a produção calor. Ambos processos demandam energia que deveria ser utilizada para produção ou reprodução, assim prejudicando a expressão do máximo potencial daquele animal.

Os suínos adultos são considerados animais sensíveis ao calor, com menor tolerância a elevadas temperaturas ambientais, sendo suscetíveis à hipertermia quando expostos ao estresse pelo calor (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010). A zona de termoneutralidade para as matrizes suínas é de 18°C a 20°C (WILLIAMS et al., 2013), sob condições de conforto térmico a frequência respiratória é de 15 a 50 movimentos respiratórios por minuto e a temperatura retal de 38,8 e 39,3°C (HANNAS, 1999). Os valores médios da frequência respiratória podem aumentar da ordem de 22 a 100% em função do ambiente térmico (HANNAS, 1999), esse aumento na frequência respiratória se dá quando o animal é submetido a estresse por calor, pois está fora de sua zona de conforto térmico, fazendo assim com que o animal realize o aumento da perda de calor por meio evaporativo com objetivo de manter o equilíbrio térmico, sendo a principal e mais eficiente forma de dissipar calor em suínos (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010).

2.5 Efeitos do estresse por calor durante a gestação

O estresse por calor é uma reação de desconforto que o animal expressa quando é exposto a altas temperaturas (SILVA, 2000), apontada como ser um dos principais fatores limitantes na produção suinícola (OLIVEIRA et al., 2017).

Com isso, as altas temperaturas no verão, são um dos principais fatores responsáveis pela baixa eficiência reprodutiva das matrizes, pois quando estão sob estresse por calor afeta diretamente o período reprodutivo (NUNES et al., 2013). Por exemplo, nas primeiras duas semanas de gestação causa redução do número de embriões viáveis, e impacta taxa de prenhez, (BORTOLOZZO; GAGGINI; WENTZ, 2011), além disso em altas temperaturas as porcas podem apresentar casos de hipertermia no dia da inseminação artificial ou nos primeiros quatro dias após, com isto causando uma redução do número de embriões aos 30-35 dias de gestação e menor número de leitões nascidos vivos. (WENTZ, et al.,2005).

E no último terço da gestação, a alta temperatura e umidade influenciam no número de leitões nascidos vivos e aumento no número de natimortos. Além disso, os mesmos autores citam que durante a fase de lactação, em decorrência ao estresse por calor, o animal redução da ingestão de alimentos, e por conta seu consumo de alimentos, tendo o catabolismo locacional que o animal possui maior demanda de energia do que o consumo de alimentos .

Outro fator que pode afetar é a ordem de parição, devido às leitoas ainda estarem em fase de crescimento. Nessa fase, o crescimento das marrãs aumenta sua taxa metabólica, tornando-as mais sensíveis ao estresse térmico em comparação com as porcas. (BLOEMHOF., et al 2013). Ainda os mesmos autores apontam que porcas múltiparas acima de dois partos tiveram maior número de leitões nascidos vivos, maior peso ao nascer dos leitões e da leitegada ao nascer. Além disso, a ordem de parto também pode influenciar positivamente ao peso ao nascimento e que o maior número de leitões nascidos vivos é reflexo da maturidade reprodutiva e maior fluxo de nutrientes durante a gestação (HILGEMBERG et al., 2018).

2.6 Índices de estresse térmico

O estresse por calor se dá por situações em que o animal está exposto a altas temperaturas desencadeando reações fisiológicas e comportamentais, como diminuição da ingestão de alimentos e trazendo efeitos negativos para o animal (SANTOS et al., 2018).

Neste sentido, para mensurar o estresse térmico utiliza-se variáveis fisiológicas como frequência respiratória, temperatura da pele e retal e batimentos cardíacos (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010). Além disso, pode-se correlacionar as variáveis fisiológicas com variáveis ambientais como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação do ambiente.

Dentre esses, os índices de estresse térmico, tem-se o índice de temperatura e umidade (ITU), desenvolvido originalmente por Thom em 1958 como um índice ambiental para humanos (SILVA, 2000). O mesmo autor cita que na produção animal, o ITU começou a ser utilizado desde que Johnson et al. (1962, 1963) e Cargill e Stewart (1966) obtiveram significativas quedas na produção de leite de vacas, associadas a aumentos no valor de ITU. Hann (1985) classificou como: ITU de 70 indica que animal está no seu conforto térmico, 71 a 78 o animal se encontra um estado crítico, entre 79 a 83 animal está em perigo, e acima de 83 considera-se um estado de emergência.

Wegner et al. (2016) Avaliaram o ITU médio e máximo no ambiente de criação de porcas e afirmaram que o ITU médio diário de conforto para porcas é inferior a 74.

2.7 Relação verão-inverno

A relação verão/inverno, ou seja, a divisão entre a produção observada no verão pela obtida no inverno foi desenvolvida por Flamenbaum e Ezra (2007) em Israel, sendo avaliado

a relação entre os três meses de verão (julho a setembro) e os três meses de inverno (janeiro a março) com a finalidade de se definir uso de métodos para aliviar o estresse por calor em fazendas leiteiras. O bom desempenho de vacas no verão está condicionado a receber resfriamento de boa qualidade proporcionando tratamento de umidade e velocidade do vento adequada (ventilação forçada) sendo necessário realizar o resfriamento durante a noite também, visando eliminar grande parte dos efeitos negativos do estresse por calor sobre as vacas.

No norte do México, região caracterizada por longos verões quentes e secos, com condições extremas para vacas leiteiras, Flamenbaum (2016) avaliou o efeito do resfriamento nas fazendas leiteiras de grande escala, com vacas da raça Holandesa de alto rendimento. O autor cita que a razão entre o leite produzido de verão (junho-agosto) e nos meses de inverno (janeiro-março) antes de implantar o sistema de resfriamento foi de 0,87, ou seja, 31 L no verão e 35,6 L no inverno, o que significa uma queda na produção de verão de 4,6 litros por vaca por dia em relação ao inverno. Após implantar o sistema de resfriamento verificou uma razão V/I de 0,98, ou seja, uma produção de 37,5 L no verão e de 38,2 no inverno, então, uma queda de apenas 0,6 L por dia entre as duas estações.

Com relação ao desempenho reprodutivo de acordo com a época do ano, Pescador (2008) relata que as matrizes suínas criadas em ambiente temperado, podem apresentar menor taxa de parto no verão - outono, sendo denominado como infertilidade sazonal e síndrome de abortamento do outono. A infertilidade sazonal causa efeitos negativos como redução na fertilidade e fecundidade nas matrizes, sendo mais recorrente no verão e início do outono, com isso as porcas apresentam dificuldades em entrar no estro e falhas nas taxas de prenhez (HUGHES; WETTERE, 2010). E assim, tendo efeitos negativos no desempenho reprodutivo na matriz, incluindo o comprometimento do desenvolvimento inicial do embrião (ROSS et al., 2017). E no outono, ocorrem falhas reprodutivas, por exemplo, síndrome de abortamento de outono que ocorre por causa da matriz suína tentar manter sua temperatura corporal visto que ocorrem quedas bruscas na temperatura ambiente (PESCADOR, 2008).

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado a partir de um banco de 3.484 dados reprodutivos, dos anos de 2016 a 2018, obtidos em uma granja comercial, com as matrizes suínas F1 Landrace x Large White, localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. Esta região de acordo com a classificação climática de Köppen é do tipo Aw (clima tropical com inverno seco) (ALVARES et al., 2013).

Os galpões de gestação eram equipados com duas fileiras de ventiladores e sistema de nebulização, com cobertura de fibrocimento, com beiral de 1,5m, com tela de polipropileno de 80% de sombreamento na projeção do beiral. No mesmo sentido dos galpões havia uma fileira de árvores a uma distância de 5 m do galpão e 5 m entre si. As porcas foram alojadas em gaiolas de gestação individual, com sistema de *drop* automático para alimentação e bebedouros do tipo *nipple*.

O diagnóstico de estro era realizado pela manhã, quando detectado o estro a inseminação ocorria à tarde, podendo ser inseminadas novamente por até dois dias. A partir do 25º dia de gestação era realizado o diagnóstico de prenhez. Durante a gestação as porcas eram alojadas no galpão de gestação e cinco dias antes da data prevista para o parto foram transferidas para a maternidade. Os dados reprodutivos registrados e armazenados para controle da granja foram disponibilizados, com as seguintes informações: identificação da matriz, data do parto, número de leitões nascidos vivos e natimortos. Todas as informações foram de porcas com 2 a 5 ordens de parto.

Os dados meteorológicos foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com dados diários de temperatura do ar máxima (Tmax), em °C, umidade relativa mínima (URmin), em %, no mesmo período dos dados reprodutivos. Após, foi calculado o índice de temperatura e umidade máximo diário (ITUmax), pela equação proposta por Berman et al. (2016):

$$ITU_{max} = 3,43 + 1,058 \times Tmax - 0,293 \times UR_{min} + 0,0164 \times Tmax \times UR_{min} + 35,7$$

Desta forma, foram identificados os dois meses de cada ano que apresentaram mais dias de $ITU_{max} > 74,4$ (estresse - E) e os dois meses que apresentaram mais dias de $ITU \leq 74,4$ (Controle - C). Neste estudo adotou-se o limite de ITU de 74,4, como menciona Wegner et al. (2016) que considerou até 74 como ideal, ou seja, conforto para as porcas. As médias de

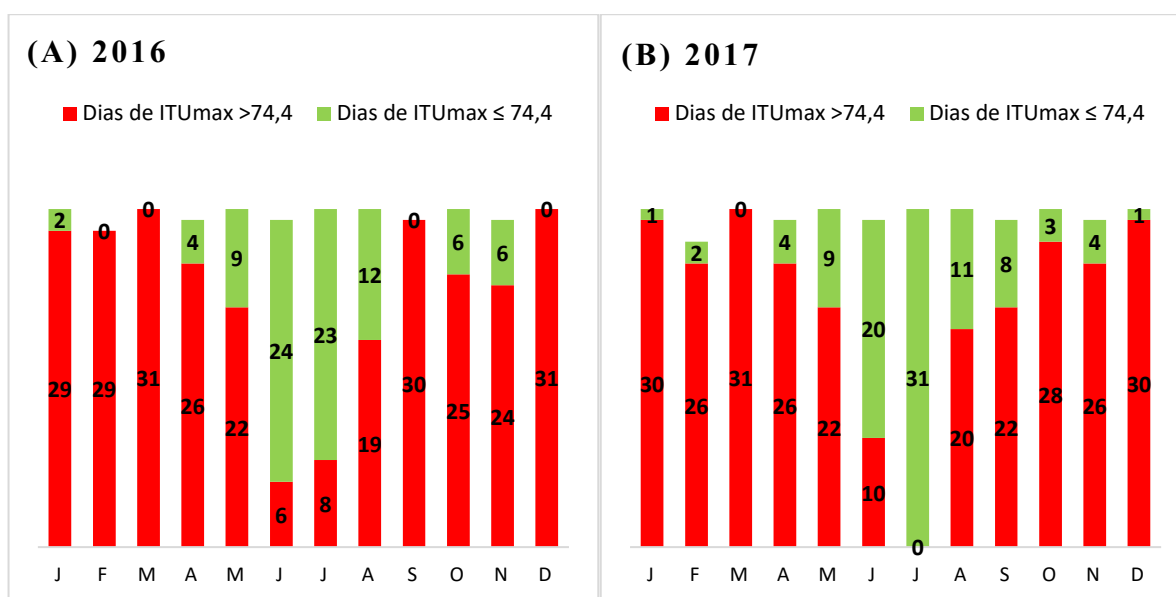
nascidos vivos e natimortos por porca, referentes aos meses classificados como “E” e “C”, foram determinadas para cada ano. Depois, para cada variável foi calculada a proporção E/C dividindo-se a média do grupo “E” pela média do “C” em cada ano.

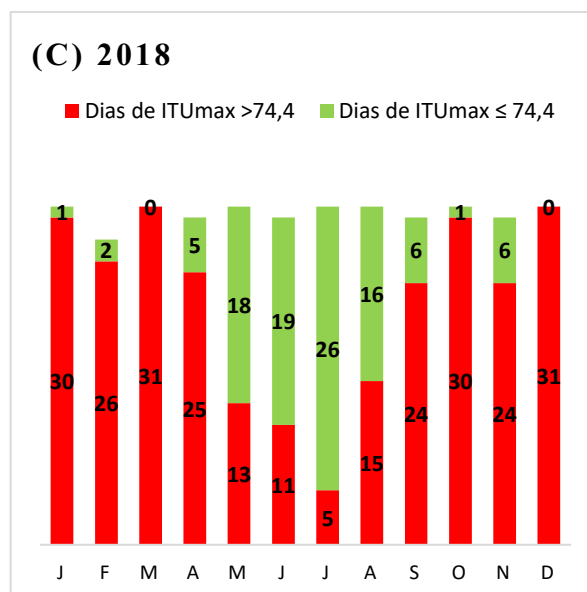
As médias, erro padrão, mediana, desvio padrão e valores mínimos e máximos dos conjuntos de dados foram calculados. Foi realizada a verificação de outliers por meio do método de visualização de boxplot, tendo sido identificada a presença de outliers, no entanto, os outliers não foram removidos. Em seguida, os testes de Shapiro-Wilk, Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) e Anderson-Darling foram testados para avaliar as variáveis quanto a tendência de normalidade e Bartlett test para homogeneidade. Como esses pressupostos não foram atendidos, então foi realizada a transformação logarítmica e os testes de normalidade e homogeneidade foram novamente utilizados. Contudo, mesmo com a aplicação da transformação de dados, os mesmos não apresentaram uma distribuição normal, logo, partiu-se para o uso da estatística não paramétrica. Assim, o teste de Mann Whitney e o teste de Kruskal-Wallis foram utilizados, respectivamente, para verificar se há diferenças entre controle e estresse no mesmo ano e se há diferenças entre os anos dentro do mesmo grupo com relação ao número de leitões nascidos vivos e natimortos por parto. Todas as análises foram realizadas ao nível de 5% de significância no software R versão 4.2.3.

4. RESULTADOS

Verificou-se que o número de dias de estresse por calor ($ITU_{max} > 74,4$) foi maior que número de dias de conforto ($ITU_{max} \leq 74,4$) em pelo menos 10 meses por ano em 2016 e 2017 (Figuras 2A e 2B), exceto 2018 que foi de 8 meses (Figura 2C). Entretanto, em junho e julho observou pelo menos 18 dias de conforto ($ITU_{max} \leq 74,4$), sendo que em julho de 2017 (Figura 2B) não apresentou nenhum dia de estresse por calor ($ITU_{max} > 74$). Em todos os anos, janeiro, fevereiro, março e dezembro apresentaram no máximo 2 dias de conforto ($ITU_{max} \leq 74,4$). Em 2016, fevereiro, março e dezembro não apresentaram $ITU \leq 74,4$ (conforto) e janeiro 2 dias (Figura 2A). Em 2017, março não apresentou $ITU \leq 74,4$ (conforto) e janeiro, fevereiro e dezembro tiveram 1, 2 e 1, respectivamente (Figura 2B). Em 2018, março e dezembro não apresentaram $ITU \leq 74,4$ (conforto) e janeiro e fevereiro tiveram 1 e 2 dias, respectivamente (Figura 2C). Março e dezembro foram os meses que apresentaram mais dias de $ITU > 74,4$ e foi considerado os meses de estresse por calor, e junho e julho foram os meses que tiveram mais dias de conforto de $ITU \leq 74,4$, sendo considerado os meses de controle.

Figura 2 – Número de dias com o índice de temperatura e umidade máximo diário (ITU_{max}) $> 74,4$ e $\leq 74,4$ por mês e por ano de 2016 a 2018.





Dentro de cada ano o grupo estresse apresentou maiores valores médios ITUmax em relação ao grupo controle (Tabela 1).

No grupo estresse, ao comparar a média de ITUmax nos anos de estudo verificou-se que 2018 foi superior ao observado em 2017, porém não diferiu de 2016 (Tabela 1). No grupo controle, em 2017 observou o menor valor ITUmax que diferiu de 2016 e 2018, e estes últimos anos não diferiram entre si (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores mínimo, médio (desvio-padrão) e máximo o índice de temperatura e umidade máxima (ITUmax) nos dois meses com mais dias com ITUmax > 74,4 (estresse – E) (março e dezembro) e nos dois meses com mais dias de ITUmax ≤ 74,4 (controle – C) (junho e julho) em uma estação meteorológica mais próxima da unidade produtora de leitões de 2016 a 2018, em cada ano.

Ano	Mínimo		Média		Máximo	
	E	C	E	C	E	C
2016	75,9	64,8	79,3 ± 1,5 Aab	72,5 ± 2,8Ba	81,4	76,8
2017	75,7	62,0	78,5 ± 2,3Aa	70,6 ± 3,5Bb	82,0	74,4
2018	76,0	66,3	79,5 ± 1,8Ab	73,3 ± 2,1Ba	82,5	76,8

Verde: conforto térmico (ITUmax ≤ 74,4). Vermelho: estresse por calor (ITUmax > 74,4). Médias seguidas por letras maiúsculas na linha diferem pelo teste de Mann-Whitney (p-valor 0,05) e médias seguidas por letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis (p<0,01).

Em 2016, as médias do número de nascidos vivos e do número de natimortos não diferiram entre período quente e controle (Tabela 2). Em 2017, observou maior média de nascidos vivos no período controle em relação ao quente, porém o número de natimortos não diferiu entre quente e controle. Em 2018, o número de nascidos vivos não diferiu entre períodos, mas o número de natimortos foi maior no período quente em comparação ao controle.

Em 2016 e 2017, o número de nascidos vivos reduziu no período de estresse em comparação aos valores do controle, levando a uma proporção E/C inferior a 1.0 (Tabela 2). Em 2018, o número de nascidos vivos foi maior no estresse que no controle com valores da proporção E/C superiores a 1.0. Já o número de natimortos aumentou no período de estresse em relação aos valores do controle em 2016 e 2018, razão maior que 1. Em 2017, o número de natimortos foi maior no controle quando comparado com o estresse, razão menor que 1.

Tabela 2: Médias do número de nascidos vivos e do número de natimortos por porca, nos dois meses com mais número de dias de ITU_{max} ≤ 74,4 (controle – C) (junho e julho) e nos dois meses com mais número de dias > 74,4 (estresse – E) (março e dezembro), e a proporção entre estresse e controle em uma unidade produtora de leitões de 2016 a 2018, por ano.

Ano	Nº nascidos vivos				Nº natimortos			
	Controle	Estresse	p-valor	E/C	Controle	Estresse	p-valor	E/C
2016	12,53	12,40	0,8017	0,98	0,64	0,73	0,0987	1,14
2017	12,61	12,16	0,0051	0,96	0,87	0,81	0,4317	0,93
2018	12,23	12,50	0,0665	1,02	0,80	1,01	0,0386	1,26

P-valor <0,05 diferem pelo teste de Kruskal-Wallis.

5. DISCUSSÃO

Neste estudo adotou-se o limite de ITU de 74,4, como menciona Wegner et al. (2016) que considerou até 74 como ideal, ou seja, conforto para as porcas. Os meses mais quentes e mais frios também foram obtidos por Sá Junior (2009), em Minas Gerais, em regiões com a classificação climática Aw. Este autor registrou as menores temperaturas em junho e julho, enquanto janeiro, fevereiro e março foram as maiores temperaturas, porém dezembro ficou com temperatura próxima aos meses mais quentes. Além disso, em um estudo de zoneamento bioclimático realizado na região do Triângulo Mineiro, de 2008 a 2017, Brito et al. (2020) revelaram resultados semelhantes, com maiores valores de ITU em janeiro a março e outubro a dezembro quando as temperaturas e a umidade são elevadas, características típicas do clima local. Por outro lado, os meses com menores valores de ITU foram maio a agosto, que correspondem ao período mais seco do ano. Os mesmos autores ainda apontam que essas características climáticas explicam os desafios predominantes em regiões quentes já que em áreas tropicais, o estresse térmico é constante ao longo do ano, sendo mais severo quando associado à alta umidade do ar.

Uma possível explicação da diferença observada nos valores de ITU_{max} entre os anos pode ser atribuída às mudanças climáticas mencionadas pelo IPCC (2021). Este relatório menciona que essas mudanças climáticas ao longo dos anos têm o potencial de causar danos significativos à produção animal, incluindo o aumento contínuo da temperatura global. Neste contexto, valores de ITU_{max} acima de 74,4 podem acarretar prejuízos para as matrizes suínas por causa da dificuldade em manter a homeotermia e como consequência em impactos negativos na produtividade desses animais (SILVA et al., 2013).

Sabendo-se que os suínos são sensíveis a temperaturas elevadas (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010), o cálculo do ITU pode indicar o momento que os efeitos negativos decorrentes do aumento da temperatura conjuntamente com a umidade do ar podem diminuir o desempenho reprodutivo das porcas e assim o suinocultor poder atuar para minimizar esses efeitos prejudiciais. Na Alemanha, Wegner et al. (2016) documentaram valores máximos de ITU entre 75 e 78 durante um período de 38 dias, entre 79 e 83 durante 10 dias, e acima de 84 durante 5 dias, ocorrendo principalmente no verão (maio a setembro). Esses valores elevados de ITU indicam condições ambientais mais estressantes durante essa estação do ano. Resultados semelhantes foram encontrados no presente estudo, no qual as temperaturas mais altas foram registradas no verão (março e dezembro), no Brasil.

De acordo com resultados, menores valores de ITU como em 2017 (Tabela 2)

favoreceu o maior número de nascidos vivos e com isso pode-se levantar a hipótese de que essas matrizes suínas estão exigindo menores valores de ITU_{max}, ou seja, estão mais sensíveis ao calor, visto que, em decorrência do melhoramento genético, os animais perderam sua rusticidade, tornando-se cada vez mais sensíveis. Hipótese que poderá ser investigada em pesquisas futuras.

O maior número de natimortos em 2018 no grupo de controle indica que o ambiente teve interferência e impacto no desempenho das porcas. Fatores como altos valores ITU e fatores sazonais desempenham papéis relevantes no desempenho reprodutivo das porcas, com maior incidência no verão e início do outono, conforme Hughes e Wettere (2010). Além disso, Leonard et al. (2020) observaram que o estresse térmico pode levar a uma diminuição nas taxas de concepção, resultando em um aumento no número de leitões natimortos no outono e verão. Portanto, os achados deste estudo estão em concordância com pesquisas anteriores, evidenciando a influência do estresse térmico no desempenho reprodutivo das porcas e na ocorrência de natimortos.

Quanto à razão estresse/controlado referente ao número de leitões nascidos vivos por porca em 2017, verificou-se que a diferença entre o controle e estresse ficou, em média, em 0,45 leitões a mais por porca, então, a cada 100 partos seriam 45 leitões a mais no período controle. Já em 2016 e 2017, o número de leitões nascidos vivos por porca foram semelhantes estatisticamente. Já para número de leitões natimortos por parto, em 2018, observou que a diferença entre controle e estresse ficou, em média, em 0,26 leitões de natimortos a menos, então, a cada 100 partos seriam 26 leitões natimortos a menos no período controle (junho e julho). Em 2016 e 2017, o número de natimortos foram semelhantes estatisticamente.

Por fim, é possível compreender melhor, a importância da biometeorologia na suinocultura. Mesmo com o uso de estratégias como ventiladores e nebulizadores para proporcionar maior conforto térmico para as matrizes, ainda foram observados prejuízos relacionado aos natimortos. Portanto, ressalta-se que a biometeorologia pode interferir no desempenho reprodutivo, sendo importante garantir condições adequadas de ambiente térmico para estes animais, e ao implementar medidas que proporcionem conforto térmico.

6. CONCLUSÃO

Em ambiente tropical, os meses mais quentes do ano reduz o número de leitões nascidos vivos e aumenta a ocorrência de natimortos de porcas. O cálculo da razão E/C poderá ser utilizado pelo suinocultor, objetivando gerenciar os efeitos negativos do ambiente quente.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlim, v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013. Schweizerbart. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ALVES, L. K. S. **Influência do manejo de cortinas sobre o desempenho de suínos na fase de terminação**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21979>. Acesso em: 6 dez. 2022.

ARAÚJO, R. G. R.; GUIMARÃES, T. P.; GOMES, M. R. Influência dos fatores climáticos sobre o desempenho, qualidade de carcaça e carne de suínos: revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulistav. 11, n. 3, p. e10711326327-e10711326327, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26327>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26327>. Acesso em: 28 jan. 2023.

AUVIGNE, V. *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, n. 1, p. 60-66, jul. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.12.019>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20189636/> Acesso em: 26 maio 2023.

BAPTISTA, R. I. A. D. A.; BERTANI, G. R.; BARBOSA, C. N. Indicadores do bem-estar em suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1823-1830, 30 set. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782011005000133>. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000133>. Disponível: <https://www.scielo.br/j/cr/a/6cCQCPjVDbg6KHGYnHxHbhF/?lang=pt>. Acesso em: 28 jun. 2023

BERMAN, A. *et al.* comparison of THI indices leads to sensible heat-based heat stress index for shaded cattle that aligns temperature and humidity stress. **International Journal of Biometeorology**, Lise, v. 60, p. 1453-1462, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1136-9>. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-016-1136-9> > Acesso em: 02 jan. 2023.

BLOEMHOF, S. *et al.* Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 6, p. 2667-2679, 1 jun. 2013. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5902>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/91/6/2667/4717192?login=false>. Acesso em 30 jan. 2023.

BORTOLOZZO, F. P.; GAGGINI, T. S.; WENTZ, I. Infertilidade sazonal no suíno: caracterização e consequências durante a fase gestacional. *In*: SIMPÓSIO

BRITO, A. A. *et al.* Occurrence of Heat Waves and the Prediction of Feed Intake of Sows Raised in a Tropical Environment **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, vol. 49, abril de 2020. DOI: <https://doi.org/10.37496/rbz4920190038>. Disponível em: <https://www.rbz.org.br/article/occurrence-of-heat-waves-and-the-prediction-of-feed-intake-of-sows-raised-in-a-tropical-environment/>. Acesso em: 10 jun. 2023.

INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA. **Produção, Reprodução e Sanidade Suína**, Porto Alegre, v. 6, p. 117-131, 2011. Disponível em: <https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/anais-vi-sinsui-2011-1482167492.pdf#page=123>. Acesso em: 02 jan. 2023.

CASTRO, J. O. **Influência do material de construção sobre o ambiente e comportamento de suínos na maternidade**. 2010. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/753>. Acesso em: 09 nov. 2011.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Comportamento da matriz suína na estação de alimentação. **Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, Concórdia 2020. Disponível em: <COT577.pdf> (embrapa.br) Acesso em: 16 dez. 2022.

DE SOUZA, B. B., BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 8, n. 3, p. 06-10, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v8i3.174>. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/174/pdf> . Acesso em: 04 nov. 2022.

FAGUNDES, A. P. **Importância do bem estar animal no ambiente de criação de suínos**. 2014. 55 f. Trabalho de Conclusão (Graduação Zootecnia) – Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, RS. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/handle/rii/3008>. Acesso em: 13 nov. 2022.

FIALHO, E. T.; OST, P. R.; OLIVEIRA, V. Interações ambiente e nutrição–estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. *In: Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de carne suína*. 2001. p. 351-359. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_fialho_pt.pdf. Acesso em: 23 nov. 2022.

FLAMENBAUM, I.; EZRA, E. The “Summer to Winter performance ratio” as a tool for evaluating heat stress relief efficiency of dairy herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85 (Suppl. 1), Abstract 753, p. 605-606, 2007. Disponível em: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10026324998/>. Acesso em: 23 jun. 2023.

FLAMENBAUM, I. Variações entre verão e inverno definem habilidade em lidar com estresse calórico. **Revista Leite Integral**, p. 24-27, 2016.

HANNAS, M. I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. *In: Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos*. Piracicaba: FEALQ, 1999. cap., p. 1-24.

HILGEMBERG R. *et al.* Impacto da ordem de parto e sistema de alojamento sobre indicadores ao parto e desempenho de leitegadas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA*, 28., 2018, Goiânia. [**Anais...**].

HUGHES, P.; VAN WETTERE, H. E. J. Seasonal infertility in pigs. **Pork Cooperative Research Centre Ltd.**: Willaston, SA, Austrália. Disponível em: http://www.porkcrc.com.au/101217_SI.pdf. Acesso em: 03 jan. 2023.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Estatística da Produção Pecuária, Rio de Janeiro, RJ.2022

IPCC (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, Caud N, Chen Y, Goldfarb L, Gomis MI, Huang M, Leitzell K, Lonnoy E, Matthews JBR, Maycock TK, Waterfield T, Yelekçi O, Yu R, Zhou B (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

LEONARD, S. M. *et al.* Effects of Farrowing Stall Layout and Number of Heat Lamps on Sow and Piglet Production Performance. **Animals**, Suíça, v. 10, n. 2, p. 348, 22 fev. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ani10020348>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/2/348> .Acesso em:27 maio 2023.

NUNES, C. G. V. *et al.* Efeito do condicionamento térmico ambiental sobre o desempenho reprodutivo da fêmea suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 854-863, ago. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982003000400010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/33GYhPz5dNXCLPP4nz7rBCh/?lang=pt>. Acesso: 12 dez. 2022.

OLIVEIRA, A. D. C. **Balanco eletrolítico da ração de suínos em fase inicial submetidos à condição de conforto e estresse térmico**. 2012. 58 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2012. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/1638>. Acesso: 12 dez. 2022.

OLIVEIRA, N. C. *et al.* Influência da temperatura na produção e bem-estar de suínos. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 13, n. 2, p. 254-264, 1 jun., 2017. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). DOI: <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2017.v13.nesp2.000231>. Disponível:<http://journal.unoeste.br/suplementos/agrariae/vol13nr2/INFLU%C3%8ANCIA%20DA%20TEMPERATURA%20NA%20PRODU%C3%87%C3%83O%20E%20BEM-ESTAR%20DE%20SU%C3%8DNOS.pdf> Acesso em: 9 nov.,2022.

PAULA, E.J.H. *et al.* Mudanças climáticas e impacto na produção animal. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 30, Ed. 217, Art. 1445, 2012. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/uploads/ab715d5ad1f932c4bae0754584bb4be9.pdf> . Acesso em: 05 jan.,2022

PESCADOR, C. A. **Causas infecciosas de abortos e natimortalidade em suínos no sul do Brasil**. 2008. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/14333>. Acesso em: 05 nov., 2023.

ROSA, L. S. *et al.* Fatores que afetam as características produtivas e reprodutivas de fêmeas suínas. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 71, n. 4, p. 381-395, 2014. Instituto do Zootecnia. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v71n4p381>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/5HZRpHDtzfR3tdTTtd8gP4G/abstract/?lang=pt> Acesso em: 05 nov., 2023.

ROSA, L. S. da *et al.* Grupo genético e ordem de parto no desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes suínas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 47-56, mar. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402015000100006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/b6DDCF87Kz6XHRCG4zpcm5D/?lang=pt> Acesso em 30 jan. 2023.

RELATÓRIO ANUAL, 2023. Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA. São Paulo. 2023.

REECE, W. O. Temperatura corporal e sua regulação. In: DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. cap. 14, p. 144-147.

RODRIGUES, N. E. B.; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Revista Eletrônica Nutritime**. [S. l.] v. 7, n. 2, p. 1197-1211, 2010. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-110.pdf> Acesso em: 04 nov. 2022.

ROSS, J. W. *et al.* H. Physiological mechanisms through which heat stress compromises reproduction in pigs. **Molecular Reproduction And Development**, Nova York, v. 84, n. 9, p. 934-945, set. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/mrd.22859>. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mrd.22859>> Acesso em: 05 jan. 2023.

SÁ JÚNIOR, A. de. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3076>. Acesso em: 7 jun. 2023.

SANTOS, F. D. A. Bem-estar dos suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**. [S.l.], v. 1, n. 3, p. 101-116, 2004. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/012V1N3P101_116_NOV2004.pdf Acesso em: 27 nov., 2022

SANTOS, B. S. *et al.* Mortalidade de bovinos zebuínos por hipotermia em Mato Grosso do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 204-210, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-736x2012000300004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/zCSRvGKSfZz78tSh6zQXY7M/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 27 nov. 2022.

SANTOS, T. C. *et al.* Influência do ambiente térmico no comportamento e desempenho zootécnico de suínos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 2, p. 241-253, 2018. DOI: 10.5965/223811711722018241. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/9614>. Acesso em: 6 fev. 2023.

SANTOS, W. G. D. **Comportamento de matrizes suínas em gestação submetidas a diferentes tipos de alojamentos e condições de sazonalidade**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1851/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SILVA, D. F. **Avaliação do Ambiente Térmico em suínos na fase de crescimento com a utilização de nebulizadores e ventiladores no clima Amazônico**. Amazonas. UFAM. 2009. Disponível em: <http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/1143>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SILVA, M.C.A. *et al.* Estratégias para amenizar os efeitos do estresse por calor em matrizes suínas. **PUBVET**, Londrina, v. 7, n. 9, Ed. 232, Art. 1532, Maio, 2013. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/d81e/0cc7f668124eec6dd193bfcf42f21e558c00.pdf>. Acesso: 18 dez. 2022.

SILVA, R. G. Termorregulação *In: Introdução à Bioclimatologia*. São Paulo: Nobel, 2000. cap. 3., p. 119-154.

SILVA, T. G. F. *et al.* Cenários de mudanças climáticas e seus impactos na produção leiteira em estados nordestinos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 863-870, 2010. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662010000800011>. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/hm4xZybNRTkxbXJWycYxhrK/abstract/?lang=pt> Acesso em: 04 jan. 2022.

SOUZA, R. G. *et al.* Influence of temperature on swine maternity: bibliographic review. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 3, p. e193932757, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i3.2757. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2757>. Acesso em: 28 jan. 2023.

TOLON, Y.B. *et al.* Ambiências térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 01-13, fev. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162010000100001>. Disponível: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/syt8Z5bYftqYsWq8rfdxkWs/?lang=pt&format=pdf> Acesso: 27 nov. 2022.

VELONI, M. L. *et al.* Bem-estar animal aplicado nas criações de suínos e suas implicações na saúde dos rebanhos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Graça, v. 21, n. 1, p. 1-21, 2013. Disponível em: http://www.faeF.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/YhtnLpAFRYLxnCV_2013-8-14-15-23-47.pdf. Acesso em: 27 nov. 2022.

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. 87, n. 11, p. 1334-1339, 14 mar. 2016. Wiley. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/asj.12569>. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/asj.12569?casa_token=sZt3t8vq0vcAAAAA%3A3stebYiP6-VGCf3EcNOFuo8GSuCne_rOGGtBvSmxuTCeRFTaHre7osPiPFzydXV9rzNQd3qtOAvVmr4 Acesso em: 23 jun. 2023.

WENTZ, I. *et al.* A hipertermia durante o estro pode afetar o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 651-656, ago. 2001. FapUNIFESP (SciELO). DOI:<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782001000400015>. Disponível:<https://www.scielo.br/j/cr/a/fsWYWNLGH9dgbddW5WNyYCL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 28 nov, 2022.