



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
CURSO DE ZOOTECNIA

GLEYSON ARAÚJO DOS SANTOS

**BENEFÍCIOS DO RESFRIAMENTO EVAPORATIVO NA FISIOLOGIA E
PRODUÇÃO DE PORCAS EM LACTAÇÃO**

MOSSORÓ

2022

GLEYSON ARAÚJO DOS SANTOS

**BENEFÍCIOS DO RESFRIAMENTO EVAPORATIVO NA FISIOLOGIA E
PRODUÇÃO DE PORCAS EM LACTAÇÃO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino Moreira

Co-orientador: Prof. Dra. Marcelle Santana de Araújo.

MOSSORÓ

2022

GLEYSON ARAÚJO DOS SANTOS

Benefícios do resfriamento evaporativo na fisiologia e produção de porcas em lactação

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Defendida em: 21 / 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Nome do Orientador, Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino Moreira (UFERSA)
Presidente

Nome do Examinador Interno, Prof. Dra. Marcelle Santana de Araújo (UFERSA)
Membro Examinador

Nome do Examinador Externo, Prof. Dr. Rony Antônio Ferreira (UFLA)
Membro Examinador

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S237b Santos, Gleyson Araújo dos.
Benefícios do resfriamento evaporativo na
fisiologia e produção de porcas em lactação /
Gleyson Araújo dos Santos. - 2022.
58 f. : il.

Orientador: Rennan Herculano Rufino Moreira.
Coorientadora: Marcelle Santana de Araújo.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Zootecnia, 2022.

1. Análise bromatológica. 2. Calor. 3.
Estresse. 4. Termorregulação. 5. Zona de conforto
térmico . I. Moreira, Rennan Herculano Rufino ,
orient. II. Araújo, Marcelle Santana de , co-
orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com
AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

“À Cristina Ana de Souza (In Memoriam), por ter me ensinado os valores da vida e por ter me motivado, todos os dias, a seguir em frente, mesmo com a sua ausência.”

- Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Damiana Cristina de Araújo e Almino José dos Santos, sem eles nada disso seria possível e, que estiveram ao meu lado, oferecendo apoio, ensinamentos, conselhos e incentivo. Eu sou eternamente grato;

A minha irmã Thaís Araújo dos Santos, e toda minha família pelo apoio e motivação desde sempre;

A minha avó materna, mesmo não estando mais presente, a senhora foi importante durante toda a jornada. Sem seus conselhos, não teria conseguido chegar nessa fase da minha vida.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, por todo o corpo docente, funcionários, ao Grupo de Extensão e Pesquisa de Aves e Suínos, por todas as oportunidades e aprendizados adquiridos ao longo da graduação.

Ao Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino Moreira, pela orientação, por todo conhecimento compartilhado, pela paciência, pela confiança, por todo apoio e por ser inspiração. O meu muito obrigado, professor!

À Prof.^a Dra. Marcelle Santana de Araújo pela co-orientação, pelo aprendizado compartilhado e pela paciência;

Ao Prof. Rony por aceitar fazer parte da Banca Examinadora

Aos meus amigos de turma, Álvaro Cavalcante, Daniel Oliveira, Fernanda Gomes, Ligia Vanessa, Marcos Assunção, Maria Oliveira e Pedro Medeiros, por pelos momentos de estudo, pelo companheirismo e pela amizade;

Em especial agradeço a Fernanda Gomes da Silva, Ligia Vanessa Leandro Gomes e Maria do Carmo de Oliveira que foram minhas parceiras durante o caminho tortuoso e íngreme que é a graduação, além das conversas. Sempre me apoiando, dando conselhos, compartilhando momentos bons e ruins durante todo o período de graduação. Vocês são especiais para mim, muito obrigado.

A Amanda Medeiros Araújo de Oliveira, por ter topado o desenvolvimento da pesquisa, pela recepção na granja e todas as dicas repassadas.

À Granja Regina por conceder o espaço para execução do experimento, além das oportunidades de estágio. A toda equipe de funcionários, em especial aos do setor de maternidade. À Seu Alencar por toda ajuda e sempre atender nossos pedidos o mais rápido possível. À Victória, Morena, Aline, Gleiciane, Bruno, Lucas, Lelim, Alessandro, Nazareno, Mailson, Emanuel e Expedito pelo acolhimento, paciência e parceria.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação acadêmica.

“Ensine aos ignorantes tanto quanto puder; a sociedade é culpada por não prover educação universal gratuita, e deve responder pela escuridão que produz. Se uma alma é deixada na escuridão, pecados serão cometidos. E a responsabilidade não é de quem comete o pecado, mas daqueles que causam a escuridão”.

Victor Hugo

RESUMO

O estresse por calor é conhecido por causar alterações fisiológicas, comportamentais e produtivas em porcas lactantes. Com isso, a utilização de sistemas de pressão negativa visa reduzir a temperatura ambiente no interior das instalações, proporcionando maior conforto térmico aos animais. Objetivou-se avaliar os efeitos dos sistemas de refrigeração por pressão negativa sobre o desempenho de porcas e sua leitegada, além dos ajustes comportamentais e fisiológicos, qualidade/quantidade de leite, em fase de lactação. Foram utilizadas 50 matrizes suínas de linhagem comerciais hiperprolíficas, entre dois a sete partos, em estágio de lactação, em granja comercial. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo a matriz e sua leitegada, a unidade experimental em dois tratamentos: um sistema de resfriamento por pressão negativa (SRPN) e um sistema convencional (SC), sendo que cada galpão alojou 25 porcas. As matrizes foram pesadas pré-parto e desmame. A quantidade de ração diária consumida e produção de leite foram mensurados. No 2º e 20º dia de lactação o leite das matrizes foi colhido para análises de proteína bruta, gordura, lactose, extrato seco desengordurado, fração mineral e sólidos totais. No 2º, 7º, 12º, 16º e 20º dias de lactação às 7h, 13h e 16h foram coletados dados de: frequência respiratória, temperatura de paleta, temperatura de pernil, temperatura de nuca, temperatura de orelha e temperatura retal. Na equalização e ao desmame, os leitões foram pesados e a uniformidade da leitegada e foi mensurada a partir do percentil dos pesos individuais dos leitões ao desmame. Os comportamentos das matrizes e leitegadas foram monitorados por 24 horas, iniciando às 06h no 7º e 15º dia de lactação. Os comportamentos avaliados para as matrizes foram: bebendo água (B), comendo ração (C), estereotipado (E), inativo (I), inativo alerta (IA), aleitamento (A), mordendo (MO) e fuçando (F). Os comportamentos de aleitamento foram: número de frequência e duração das mamadas. As temperaturas ambientes e umidade relativa no interior das maternidades foram de 25,00 a 28,00°C e 26,00 a 32,55°C e 30% a 70% e 70% a 88% respectivamente, considerando SRPN e SC. A qualidade nutricional do leite se manteve durante a lactação. O SRPN aumentou o IA, A, peso médio dos leitões, peso do leitão ao desmame e produção diária de leite por porca em 1,79%, 1,26%, 0,038 kg, 0,699 kg e 2,31 kg dia-1, respectivamente. O SRPN aumentou o número de mamadas no turno à noite em, 2,00% em relação ao dia. O SRPN aumentou o número e intervalo de mamadas e diminuiu o intervalo, à noite, em 2,00%, 0,15% e 2,43%, respectivamente. O SRPN reduziu a classe de leitões leves e aumentou leitões pesados em 19,4% e 15,25%, respectivamente. O SRPN reduziu a frequência respiratória, temperatura retal, temperatura da pele e I em 23,73, 0,22, 1,6 e pontos percentuais, respectivamente. O uso SRPN reduziu a temperatura ambiental, além de permitir ganho de peso de leitões e leitegadas, maior peso de leitões e ninhada ao desmame, aumento do aleitamento e produção de leite em comparação com SC.

Palavras-chave: Análise bromatológica; Calor; Estresse; Termorregulação; Zona de conforto térmico.

ABSTRACT

Heat stress is known to cause physiological, behavioral and productive changes in lactating sows. With this, the use of negative pressure systems aims to reduce the ambient temperature inside the facilities, providing greater thermal comfort to the animals. The objective was to evaluate the effects of negative pressure refrigeration systems on the performance of sows and their litter, in addition to behavioral and physiological adjustments, quality/quantity of milk, in the lactation phase. Fifty sows of hyperprolific commercial strains were used, between two and seven births, in the lactation stage, in a commercial farm. The design was completely randomized, with the sow and her litter as the experimental unit in two treatments: a negative pressure cooling system (NPCS) and a conventional system (CS), with each barn housing 25 sows. The sows were weighed pre-partum and weaning. The amount of daily feed consumed and milk production were measured. On the 2nd and 20th days of lactation, the mother's milk was collected for analysis of crude protein, fat, lactose, defatted dry extract, mineral fraction and total solids. On the 2nd, 7th, 12th, 16th and 20th days of lactation at 7 am, 1 pm and 4 pm data were collected on: respiratory rate, shoulder temperature, leg temperature, neck temperature, ear temperature and rectal temperature. At equalization and weaning, the piglets were weighed and the uniformity of the litter was measured from the percentile of the individual weights of the piglets at weaning. The behaviors of sows and litters were monitored for 24 hours, starting at 06:00 on the 7th and 15th days of lactation. The behaviors evaluated for the sows were: drinking water (DW), eating feed (EF), stereotyped (S), inactive (I), inactive alert (IA), breastfeeding (BF), biting (B) and rooting (R). The breastfeeding behaviors were: number of frequency and duration of feedings. The ambient temperatures and relative humidity inside the maternity wards were 25,00 to 28,00°C and 26,00 to 32,55°C and 30% to 70% and 70% to 88% respectively, considering NPCS and CS. The nutritional quality of milk was maintained during lactation. NPCS increased IA, B, average piglet weight, weaning piglet weight and daily milk production per sow by 1.79%, 1.26%, 0,038 kg, 0,699 kg and 2,31 kg day⁻¹, respectively. The NPCS increased the number of feedings in the night shift by 2,00% compared to the day shift. NPCS increased the number and interval of feedings and decreased the interval at night by 2.00%, 0.15% and 2.43%, respectively. The NPCS reduced the class of light piglets and increased heavy piglets by 19.4% and 15.25%, respectively. NPCS reduced respiratory rate, rectal temperature, skin temperature, and I by 23,73, 0,22, 1,6 and percentage points, respectively. The use of NPCS reduced the environmental temperature, in addition to allowing weight gain of piglets and litters, greater weight of piglets and litter at weaning, increased lactation and milk production compared to CS.

Keywords: Bromatological analysis; Heat; Stress; Thermoregulation; Thermal comfort zone.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Figura 1 – Temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) no interior das instalações durante o experimento.....	39
----------	---	---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Composição da ração de lactação.....	34
Tabela 2	– Parâmetros fisiológicos de fêmeas lactantes em função do ambiente térmico.....	40
Tabela 3	– Desempenho e condição corporal de fêmeas suínas em lactação em função do ambiente térmico.....	41
Tabela 4	– Composição bromatológica do leite de fêmeas suínas em função do ambiente térmico.....	42
Tabela 5	– Desempenho da leitegada na equalização e no desmame.....	43
Tabela 6	– Estratificação de peso dos leitões na equalização em função da climatização do ambiente.....	44
Tabela 7	– Estratificação de peso dos leitões ao desmame em função da climatização do ambiente.....	45
Tabela 8	– Comportamento das fêmeas em função da climatização.....	46
Tabela 9	– Comportamento de aleitamento dos leitões (duração, número e intervalo entre mamadas).....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Aleitamento
B	Bebendo água
C	Comendo ração
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CV	Coeficiente de variação
Dr	Doutor
Dra	Doutora
E	Estereotipado
F	Fuçando
FM	Frequência de mamadas
FR	Frequência Respiratória
GOR	Teor de Gordura
GPMDL	Ganho de peso médio diário por leitão
h	Horas
I	Intervalo
IA	Inativo Alerta
IN	Inativo
kg	Quilograma
Kg/dia	Quilograma por dia
LACT	Lactose
mL	Miligramma
MM	Matéria Mineral
MO	Mordendo
N	Número
PB	Proteína Bruta
PMLE	Peso médio da leitegada na equalização
PMLD	Peso médio da leitegada ao desmame
SNG	Sólidos não gordurosos
SRE	Sistema de resfriamento evaporativo
ST	Sólidos totais
SVN	Sistema de ventilação natural

TR	Temperatura Retal
TS	Temperatura Superficial

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau Celsius
©	Copyright
®	Marca registrada
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3.1 Elementos climáticos.....	20
3.2 Conforto térmico	21
3.3 Estresse térmico em matrizes suínas em lactação.....	22
3.4 Termorregulação dos animais	24
3.5 Estratégias para melhorar o desempenho dos leitões	25
3.6 Produção, qualidade e ingestão de leite materno.....	27
3.7 Ajustes comportamentais frente ao estresse térmico.....	29
3.8 Climatização na maternidade	31
4. MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1 Ética na experimentação animal	32
4.2 Animais, manejos e instalações.....	32
4.3 Delineamento experimental	33
4.4 Alimentação das fêmeas e leitões	33
4.5 Parâmetros avaliados nas matrizes	34
4.5.1 COLETA DE LEITE.....	35
4.5.2 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS.....	35
4.6 Parâmetros avaliados nos leitões	36
4.7 Dados comportamentais	36
4.7.1 PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS PARA AS FÊMEAS	36
4.7.2 PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS PARA AS LEITEGADAS	37
4.8 Monitoramento ambiental	37
4.9 Análises estatísticas.....	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
7. REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A criação de suínos destinados à produção de carne é praticada em todas as regiões brasileiras, com algumas particularidades em cada região. A suinocultura contribui para produção alimentícia para a população, bem como na geração de empregos, além de impulsionar a cadeia produtiva que tem participação efetiva, a nível nacional e internacional (ABPA, 2022), isso tudo se tornou possível graças a avanços em pesquisas na área de melhoramento genético, manejo, sanidade, ambiência e nutrição (SAAB, 2010).

Nos últimos anos, as fêmeas suínas modernas têm apresentado características de alta produtividade no sistema de produção. Assim, os suinocultores têm buscado parâmetros zootécnicos, como tamanho da leitegada, intervalo desmame-estro e eficiência na lactação, através da seleção genética (SILVA, 2010; WEGNER *et al.*, 2014).

Entretanto, existem alguns empecilhos que os produtores enfrentam na criação de suínos que estão relacionados com os fatores ambientais, mesmo apresentando elevado potencial produtivos. É de conhecimento que fatores ambientais como temperatura, radiação solar, umidade do ar e ventilação podem influenciar diretamente no sistema de produção (SOUZA *et al.*, 2020). Altas temperaturas ambientes estão entre um dos fatores climáticos que mais afeta porcas, causando perdas econômicas para criação de forma geral (SOUZA *et al.*, 2020). A lactação é um dos períodos mais críticos para porcas, uma vez que estas são susceptíveis ao estresse térmico, em decorrência dessas altas temperaturas, causado principalmente pelas mudanças climáticas (RENAUDEAU *et al.*, 2011; ZHAO *et al.*, 2011).

Em decorrências das adversidades ambientais existentes na maternidade, uma vez que cada categoria animal (leitões lactentes e porcas lactantes) necessita de condições térmicas distintas, vários estudos relataram problemas produtivos em porcas submetidas em condições de alta temperatura ambiente, incluindo diminuição no consumo voluntário da ração, aumento da mobilização das reservas corpóreas para síntese do leite, aumento da ingestão de água (RENAUDEAU; ANAIS; NOBLET, 2003), redução do produto lácteo (leite) (QUINIOU; NOBLET, 1999), redução do ganho de peso do leitão e aumento da mortalidade de leitões por esmagamento (MARTINS *et al.*, 2008). Por meio de desenvolvimento de tecnologias de sistema de resfriamento é possível vencer essa dificuldade, conforme corroborado por SILVA *et al.* (2022) que o uso do sistema de pressão negativa tem efeito positivo para minimizar as condições ambientais desfavoráveis.

Os sistemas de refrigeração podem ser considerados alternativas eficientes para minimizar os efeitos adversos das altas temperaturas do ar no desempenho de porcas em

lactação, podendo os suinocultores optarem por construir galpões com diferentes tecnologias, principalmente na região semiárida. A utilização de sistemas de refrigeração tem objetivo de reduzir a temperatura ambiente dentro do galpão, a fim de proporcionar o conforto térmico aos animais e minimizar os efeitos deletérios do calor (KIEFER *et al.*, 2012; MORALES *et al.*, 2013; JUSTIN *et al.*, 2014; JUSTIN *et al.*, 2015; PERIN *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do resfriamento evaporativo na fisiologia e produção de porcas em lactação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos do sistema de refrigeração por pressão negativa sobre o desempenho de fêmeas suínas e sua leitegada, comportamento, parâmetros fisiológicos e qualidade/quantidade de leite, em fase de lactação.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o desempenho, qualidade/quantidade de leite, parâmetros fisiológicos e comportamento de fêmeas, de matrizes hiperprolíficas mantidas em ambiente com sistema de ventilação por pressão negativa;

Avaliar o desempenho de leitegadas, a estratificação de peso de leitões na equalização e ao desmame e o comportamento dos leitões nascidas de fêmeas alojadas em ambiente com sistema de ventilação por pressão negativa.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Elementos climáticos

Em sistemas de produção de suínos, os suinocultores enfrentam uma série de limitações na produção podendo ser desencadeadas pelos principais elementos ambientais: temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento. Quando se encontram em valores acima ou abaixo do ideal para a espécie podem determinar a taxa de sucesso ou fracasso da criação dos animais (MORALES *et al.*, 2013; STRATHE *et al.*, 2017; RIGO *et al.*, 2019).

Os eventos do aumento da temperatura ambiente decorrente das mudanças climáticas nos últimos anos é um dos grandes estressores abióticos que limita a produção animal, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (LONTOC *et al.*, 2016; ROSS *et al.*, 2017). Em cada região brasileira, o clima assume algumas particularidades específicas, sendo que, os animais exibem diferentes respostas. Em regiões quentes, os animais são expostos a altas temperaturas ao longo de todo ano (OZAWA *et al.*, 2002; DE CASTRO JUNIOR *et al.*, 2021).

Os suínos são sensíveis ao estresse ambiental, em decorrência por sua incapacidade de dissipar a produção de calor corporal resultante das glândulas sudoríparas limitadas e uma espessa camada de gordura subcutânea, apresentando baixa produtividade quando são expostas constantemente (JUSTINO *et al.*, 2014; ROSS *et al.*, 2015; SEELNBINDER *et al.*, 2018). O aumento da temperatura do ambiente provoca o estresse por calor que, por sua vez, desencadeia uma sequência de efeitos fisiológicos, bioquímicos, alterando todo o metabolismo do animal e, por consequência, o seu comportamento e bem-estar (RENAUDEAU *et al.*, 2003; KYRIAZAKIS e WHITTEMORE, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Além da temperatura ambiente, a umidade relativa do ar é uma dos fatores que exerce influencia na produtividade dos animais. Valores elevados associados a temperaturas elevadas podem ser um empecilho para dissipação de calor corporal por processos evaporativos, sendo esses mecanismos uma das formas eficientes da dissipação de calor evaporativa, principalmente em regiões tropicais (SAMPAIO *et al.*, 2004; WILLIAMS *et al.*, 2013). Um estudo conduzido por Morales *et al.* (2013) e Botto *et al.* (2014) constataram aumento 0,9% (73,6 para 74,5%) e 19% (48,7 para 67,2%), sendo que ambos os trabalhos, ao utilizarem o sistema resfriamento evaporativo aumentou a umidade relativa do ar. A utilização do sistema

resfriamento evaporativo têm o potencial de aumentar a umidade relativa do ar do ambiente dentro do galpão, mas isso depende da temperatura externa e da umidade relativa (LUCY e SAFRANSKI, 2017).

Geralmente, em regiões com climas predominantemente seco e quente, o aumento da umidade relativa é aceitável. Por outro lado, em regiões úmidas, a umidade relativa é inaceitável e, nesse sentido, as instalações devem ter maior ventilação a fim de diminuir os efeitos adversos da umidade relativa no interior do galpão (WILLIAMS *et al.*, 2013). Em um estudo conduzido por Sampaio *et al.* (2004), a umidade relativa do ar não deve ultrapassar de 70% para que não haja interferência na perda de calor através por evaporação.

3.2 Conforto térmico

Os animais manifestam reações comportamentais e fisiológicas quando estão em conforto ou estresse térmico. O conforto térmico é o estado em que as fêmeas lactantes apresentam melhor eficiência produtiva (por exemplo, aumento da produção de leite para os leitões lactentes). É a faixa de temperatura ambiente em os gastos energéticos são mínimos e os ajustes comportamentais, fisiológicos, envolvendo a alimentação em funções metabólicas e produção são otimizados para manter os animais nessa zona (SARAIVA *et al.*, 2003; BAUMGARD e RHOADS, 2013). Além disso, a produção (termogênese) ou absorção e a dissipação de calor (termólise) é equilibrado.

Por outro lado, se o conforto térmico mantém o equilíbrio, o estresse térmico apresenta desequilíbrio para os animais. Quando a temperatura extrapola a zona de conforto térmico, os mecanismos de eliminação de calor são acionados, por outro lado, em temperaturas abaixo do ideal, ocorre ativação de mecanismos de produção ou conservação de calor (RIGO, 2019).

Porcas e leitões coabitam o mesmo ambiente, as porcas necessitam de temperaturas mais baixa, enquanto que para os leitões necessitam temperaturas mais alta, a fim de potencializar seu desenvolvimento (RIGO, 2019). Cada categoria destes animais possui uma zona de conforto térmico que exige temperatura do ambiente bem distinta.

Em zona de conforto térmico, leitões lactentes necessitam de um ambiente, com temperatura e umidade entre 32 a 34 °C e 60 a 70%, respectivamente. Contudo, porcas lactantes, para temperatura e umidade relativa, necessitam de 12 e 15 °C e 40 a 70%, respectivamente, conforme sugerido por (BORTOLOZZO *et al.*, 2011; FERREIRA, 2019).

Existem algumas condições que podem configurar se os animais estão no estado de conforto térmico relacionado ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, tamanho do

grupo, nível de alimentação e genética; e outros associados ao ambiente como temperatura, velocidade do vento, umidade relativa, tipo de piso e energia radiante (SARAIVA *et al.*, 2003). Em condições climáticas tropicais, geralmente a temperatura média de uma determinada região quando não se encontra na faixa de conforto térmico, pode ocasionar uma situação de estresse térmico e, conseqüentemente, limitar a produtividade do rebanho (O'GRADY *et al.*, 1985).

3.3 Estresse térmico em matrizes suínas em lactação

Em estresse pelo calor, as fêmeas em lactação, com o aumento da temperatura ambiente ou do próprio corpo, diminuem substancialmente o consumo da ração, reduzindo a disponibilidade de nutrientes para síntese do leite, com intuito de manter a termoneutralidade da temperatura corporal (RENAUDEAU e NOBLET, 2001; RENAUDEAU *et al.*, 2003; BAUMGARD e RHOADS, 2013).

Essa diminuição do consumo da ração é um mecanismo utilizado pelas porcas, visando reduzir a produção de calor metabólico e, conseqüentemente, ocorre aumento no consumo de água (RENAUDEAU; ANAIS; NOBLET, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2018).

Em razão disso, tal fato é responsável pela queda de produção de leite em porcas estressadas pelo calor. Assim, o aumento da mobilização das reservas em diferentes tecidos corporais ocorre quando as fêmeas reduzem o consumo (ingestão insuficiente de nutrientes) (BARB *et al.*, 1991; BLACK *et al.*, 1993), e entram em balanço energético negativo, resultando maior desgaste corporal da fêmea, afetando o desempenho reprodutivo no parto subsequente, aumentando o intervalo desmame estro e, conseqüentemente, os dias não produtivos das porcas (RENAUDEAU *et al.*, 2003; HAESE *et al.*, 2010; BERTOLDO *et al.*, 2012; WILLIAMS *et al.*, 2013; JUSTINO *et al.*, 2015; ROSS *et al.*, 2015).

Em um estudo, Dourmand e Noblet, (1998) evidenciaram a queda de 17% no consumo de ração, quando a temperatura aumentou de 20 para 28 °C. De Bragança *et al.* (1998) mostraram que a redução da disponibilidade de nutrientes devido ao baixo consumo de ração leva a diminuição na produção de leite, e a capacidade das fêmeas em lactação de mobilizar e redistribuir nutrientes dos tecidos de reserva é prejudicado em condições de alta temperatura seja por alterações endócrinas e /ou fluxo sanguíneo. Além disso, Renaudeau *et al.* (2003), ao comparar diferentes condições ambientais (20 vs. 28 °C), observaram redução do fluxo arterial mamário, confirmando a existência de ajustes cardiovasculares em resposta a temperaturas ambientais mais elevadas.

Renaudeau *et al.* (2011) relataram que porcas lactantes alojadas em galpões com temperatura elevada apresentaram menor consumo de ração e maior mobilização corporal do que o grupo controle. Em um estudo conduzido por Kiefer *et al.* (2012) ao comparar sistema de resfriamento evaporativo, a produção de leite foi maior em relação ao grupo controle. Além disso, os mesmos autores fizeram dois ensaios, sendo um com porcas do ciclo um e dois e o outro com porcas de ciclo três a oito e constataram aumento de 13% e 19%, respectivamente, na produção de leite.

Ribeiro *et al.* (2018), em um estudo meta-analítico, verificaram que para cada 1°C de aumento da temperatura ambiente acima do conforto térmico (25°C), há redução no consumo de ração, produção de leite e peso do leitão ao desmame.

Em um estudo Silva *et al.* (2022) verificaram que as fêmeas mantidas em sistema de refrigeração de pressão negativo ($22,9 \pm 1,5$) aumentou a produção de leite notoriamente (10,23 kg dia⁻¹), bem como o consumo foi eficiente aumentando em 25% no consumo diário de ração, resultado no aumento proporcional de 25% na produção diária de leite.

Em exposição de altas temperaturas ambientais, os suínos acionam mecanismos fisiológicos compensatórios, na tentativa de dissipar o calor excedente. Alguns mecanismos são aumento da taxa de respiração, vasodilatação com o aumento do fluxo sanguíneo para superfície da pele, aumento da temperatura retal (RIGO, 2019).

O aumento rítmico da respiração é importante para dissipação de calor e indicada como mais sensível do estresse térmico pelas porcas suínas, bem como é um dos primeiros indicados fisiológicos (BANHAZI *et al.*, 2008; LUCY e SAFRANSKI, 2017) A frequência respiratória (FR) acima da faixa considerada normal para matrizes suínas lactantes, que é de 15 a 25 movimentos por minuto, de acordo com (HANNAS, 1999; QUINIOU; NOBLET, 1999). Para dissipação do calor excedente, ocorre o aumento da frequência respiratória, por meio do processo evaporativo, uma vez que, a sudorese é ineficiente. (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Em um estudo de Malmvist *et al.* (2012) observaram que em temperaturas de 15,0 a 25,0 °C reduziu de 58 a 29 minutos, respectivamente. Justino *et al.* (2014) constataram que o resfriamento evaporativo proporcionou redução de 25,4%. Em um estudo conduzido por Justino *et al.* (2015) porcas apresentaram valores mais elevados no período da tarde em relação ao período da manhã, sendo que, para o sistema de ventilação natural (SVN), pela manhã e tarde, foram 46,25 e 80,09, respectivamente, enquanto que no sistema de resfriamento evaporativo (SER), pela manhã e tarde, foram 37,92 e 56,42, respectivamente.

A temperatura retal (TR) pode ser considerada um bom indicativo de conforto térmico, bem como determinar a temperatura corporal interna. Importante ferramenta para analisar a influência das condições térmicas do meio sobre o animal. Quando os animais estocam calor indica que ultrapassou os limites aceitáveis e, conseqüentemente, limita-se a capacidade de termorregulação (RIGO *et al.* 2019). Em um estudo sobre o uso do resfriamento evaporativo Justino *et al.* (2014) permitiu redução de 0,3 °C (39,0 a 38,7 °C).

Exposição a altas temperaturas, a temperatura superficial (TS) aumenta devido ao aumento do sangue periférico, para dissipar o calor excedente através por perda sensível para o ambiente (RENAUDEAU *et al.*, 2001). Se o aumento da temperatura persistir, o animal passa a depender da dissipação de calor por evaporação através da respiração. A dissipação do calor ocorre quando há diferença entre a TS e a do meio (gradiente térmico) (RIGO, 2019).

3.4 Termorregulação dos animais

Os suínos são animais homeotérmicos, ou seja, mantêm a temperatura corpórea constante ou nos limites das variações fisiológicas (CUNNINGHAM, 2008). Esses animais produzem calor através de reações metabólicas e realizam troca de calor com o meio, entretanto, só é eficiente quando as porcas estão nos limites de conforto térmico (RIGO, 2019).

O hipotálamo, centro termorregulador, é responsável pela regulação da temperatura corpórea dos animais, recebe as sensações de calor e do frio por meio de células especializadas (células termorreceptoras) para que o sistema nervoso central passe essas informações para o hipotálamo (FERREIRA, 2019). Essa regulação está associada tanto na produção (termogênese) ou na dissipação (termólise) do calor. Em ambiente com alta temperatura, na região do hipotálamo anterior dissipa o calor através vasodilatação, enquanto que o hipotálamo posterior conserva calor através da vasoconstrição (GUYTON; HALL, 2011).

Com intuito de manter a termoneutralidade corporal, mecanismos de adaptação fisiológica são acionados pelo organismo dos animais, dependendo da intensidade do estresse pelo calor para dissipação do calor excedente. Os principais mecanismos são: troca de calor sensível (condução, convecção e radiação) e latente (evaporação) (JUSTINO *et al.*, 2014).

Através da troca de calor sensível só é possível de ser acionados quando há dependência de diferença entre a temperatura superficial (pele) do animal e do ambiente na qual estão alojados. Em regiões com altas temperaturas do ar, o mecanismo de dissipação de

calor mais eficiente é a evaporação, pois não dependem de um gradiente térmico de temperatura entre os animais e o ambiente (JUSTINO *et al.*, 2015; RIGO, 2019).

Rigo (2019) comenta que em resposta às condições de estresse por calor, os suínos elevam a frequência respiratória para intensificar a dissipação de calor por evaporação, já que a perda por sudorese é nula.

3.5 Estratégias para melhorar o desempenho dos leitões

Nos últimos anos, a suinocultura moderna tem buscado na criação o aumento do tamanho da leitegada através do melhoramento genético, o que resultou no decréscimo do peso médio ao nascer e na variabilidade no peso dos leitões (MILLIGAN *et al.*, 2002; QUINIOU *et al.*, 2002). Esse fato pode estar associado o crescimento intra-uterino restrito pelo leitões e na competição de nutrientes (FORD *et al.*, 2002; BLOMBERG *et al.*, 2010; QUINIOU *et al.*, 2002; TOWN *et al.*, 2004; MOREIRA *et al.*, 2019).

Em sistema de produção intensivo, leitões neonatos requerem cuidados especiais, desde nascimento até o desmame (ALEXOPOULUS *et al.*, 2018). Para isso, esses animais são submetidos a diversos tipos de manejos (secagem e limpeza de leitões, uso de escamoteador associado com aquecedores, corte do umbigo, ingestão do colostro, desgaste do dente, corte de cauda, castração, fornecimento de ferro dextrano, uniformização da leitegada, entre outros), nos quais contribuem para sucesso ou desastre em relação à taxa de sobrevivência dos lactentes e sua qualidade e peso ao desmame, dependendo de como é realizado (CAMPOS *et al.*, 2008; MONTEIRO 2010; ABCS, 2011; ALEXOPOULUS *et al.*, 2018).

O primeiro desafio é o leitão manter sua temperatura corpórea adequada, uma vez que estes, ao nascerem, têm poucas reservas corporais, possui os sistemas de termorregulação e imunitários pouco desenvolvidos e é propenso sofrer por temperaturas baixas (devido à perda de calor) (ALEXOPOULUS *et al.*, 2018). Assim, há necessidade de ingestão de colostro nas primeiras horas de vida com a finalidade de auxiliar na termorregulação e realizar a transferência das imunoglobulinas da matriz para os leitões, aumentando as chances de sobrevivência da leitegada (ALEXOPOULUS *et al.*, 2018).

Além disso, em decorrência de diferença na temperatura intrauterino com o ambiente, os leitões são envolvidos fluidos em sua superfície e, rapidamente, evapora, resfriando o leitão, quando ocorre a expulsão dos leitões (CHRISTISON *et al.*, 1997). Para isso, devem ser limpos e secos, assim, na tentativa de aumentar a taxa de sobrevivência (LIMA *et al.*, 2004).

Para diminuir a perda de calor para o meio externo e a desidratação dos recém-nascidos, o uso de pó é eficiente, além da redução de infecções no cordão umbilical MONTEIRO (2010).

O uso de escamoteador (instalação própria para os leitões neonatos) é uma ferramenta ideal para garantir o ambiente aquecido aos animais jovens, proporcionando conforto permitindo desenvolvimento adequado, gerando produtividade aos suinocultores e, consequentemente, melhora do desempenho zootécnico (WOLOSZIN, 2005).

No ponto de vista da produção, leitegadas com baixo peso ao nascer e variabilidade do peso são susceptíveis as altas incidências de mortalidade no pré-desmame, bem como não conseguem acompanhar o mesmo desenvolvimento e crescimento de leitões pesados. Por outro lado, leitões pesados têm vantagens sobre leitões leves que conseguem buscar o complexo mamário da mãe. Assim, quanto maior for a heterogeneidade para o peso leve, menor será seu ganho de peso, bem como aumento na mortalidade até do desmame (MILLIGAN *et al.*, 2002; QUINIOU *et al.*, 2002; DALLANORA *et al.*, 2017).

Para reverter a situação da variabilidade do peso dos leitões, pode-se destacar a uniformização da leitegada. Basicamente, a uniformização é caracterizada pelo movimento de leitões de leitegadas mais numerosas para uma leitegada menos numerosa ou também na formação de lotes de leitegadas com leitões de peso semelhantes, levando em consideração a capacidade mamária das porcas (NEAL e IRVIN, 1991; ROBERT e MARTINEAU, 2001). Cujo objetivo é melhorar o desempenho, reduzir a mortalidade e desuniformidade dos leitões.

Em um estudo sobre uniformização da leitegada, Marcatti Neto (1986), ao desmame descobriram que houve uma redução de 13,4 para 6,7% na mortalidade. Além disso, houve efeito favorável no desempenho, sendo que, ao uniformizar leitões leves (<800g) ao nascimento, houve redução de 15,4% comparados a leitegadas que não foram uniformizadas, sendo aumento 62,5% na mortalidade.

Em um estudo avaliado pelo Milligan *et al.* (2001a), ao uniformizar leitões pequenos (1,03 kg) com animais médios (1,24 kg) ou grandes (1,67 kg) em leitegadas com 8 a 9 leitões e 11 a 12 leitões. Ao alocar os leitões em leitegadas maiores tiveram um ganho de peso 7,23% inferior e leitões pequenos apresentaram maior mortalidade quando foram alocados com leitões pesados na mesma leitegada. Em outro estudo, Milligan *et al.* (2001b), ao avaliar a uniformidade do desmame, constataram que a variação de peso do desmame diminuiu em 22% com alta variação de peso inicial em 26% com leitegadas de 8 e 11 leitões. Além disso, os autores observaram que o peso de leitões que foram uniformizados no início da lactação (7,5%) foi duas vezes ao desmame (14,5%).

Ao uniformizar as leitegadas, Souza, (2010) propôs leitões leve com leves (0,8 a 1,25 kg), leves com médios (1,4 a 1,6 kg) e leves com pesados (>1,7 kg) e constatou que não encontrou diferença na mortalidade de leitões quando foram uniformizados leitões com leves com leves ou leves com médios, mas quando uniformizou leitões leve com pesados a mortalidade foi significativamente maior que nos outros grupos. Em corroboração com os resultados, Bierhals *et al.* (2012) propôs uniformizar só leitões leve (1,0 a 1,2 kg), leves e intermediários (1,4 a 1,6 kg) e somente leitões intermediários, e observaram que o ganho de peso diário e a taxa de sobrevivência foram semelhantes entre os grupos até os 19 dias de vida.

Ao estratificar o peso dos leitões Bérard *et al.* (2010), propôs que leitões abaixo de 800g no pós-parto, constatou-se a causa está relacionada no crescimento intra-uterino, ao passo que estes leitões podem permanecer com baixo peso até o desmame. Os autores justificaram em seu estudo que leitões leves (800g) podem permanecer com baixo peso até o desmame.

3.6 Produção, qualidade e ingestão de leite materno

Após os eventos do pós-parto, os leitões dependem exclusivamente das fêmeas para sobrevivência e na taxa de crescimento através do aleitamento do colostro e leite para suprir suas necessidades fisiológicas. Essa necessidade ocorre através dos componentes do leite, uma vez que os macronutrientes e micronutrientes são sintetizados através da secreção das células epiteliais mamárias (ARAÚJO *et al.*, 2022).

A glândula mamária tem como função na síntese do leite para os leitões lactentes através do aporte nutricional sanguíneo das fêmeas. A origem deste aporte se dá por meio do consumo da ração que é fornecida para fêmeas (exógenas) e pelas reservas corporais (endógeno) (HURLEY, 2001).

Após o encerramento da síntese do colostro (primeira secreção láctea), tem-se o início da secreção glandular de “leite maduro”, que é, sem dúvidas, o recurso nutricional mais importante para os leitões durante a lactação (HURLEY, 2015). O leite é um produto complexo, que confere componentes nutricionais ao leitão recém-nascido como água, proteínas, lipídeos, carboidratos (em especial a lactose), minerais e vitaminas e células (HURLEY, 2015).

Em média, água é um dos componentes de maior concentração encontrado no leite, de tal que se encontra em solução os sólidos totais (ST) que englobam todos os componentes do

leite, exceto a água, para sólidos não gordurosos (SNG) compreendem-se todos os elementos do leite, menos água e gordura (HURLEY, 2015). O leite de porcas contém em média 77 a 81% de água, 7,0 a 7,6% de gordura (GOR), 5,0 a 6,5% de proteína bruta (PB), 5,2 a 5,5 % de lactose (LACT), e (0,6 a 1,0%), de cinzas (HURLEY, 2015), todavia, tal composição pode ser influenciada por vários fatores, tais como dieta, genética, a paridade, produção de colostro e leite, ordem parto e a temperatura (MARTINS *et al.*, 2007; HURLEY; 2015; RAPP e MORALES, 2018).

A lactose é o principal carboidrato do leite e sua variação de composição é baixa do leite, além disso, o teor de lactose tem um coeficiente de variação menor entre as porcas do que o teor de gordura ou proteína em grau limitado. A raça e o estágio podem afetar o teor de gordura, mas geralmente a dieta não afeta a lactose (HURLEY, 2015). A concentração de lactose pode variar, a não ser pela maturação do leite como ocorre na transição entre o colostro e o leite onde é observado aumento de, aproximadamente, 3 para 5% nos dois primeiros dias de lactação e o principal fator para isto é o aumento da quantidade e duração das mamadas (EBERT, 2005). De acordo com Araujo *et al.* (2022) constataram que há um aumento sutil na concentração de lactose no leite da porca, de 5,2% a 5,5% aos 2 e 28 dias de lactação.

O teor de gordura é um dos componentes extremamente variáveis do leite e sua alteração pode ser afetada pela raça, dieta, estágio da lactação e outros fatores. De acordo com Araujo *et al.* (2022), o teor médio de gordura permanece no nível de 5,9 a 6,4% até as 18h após o parto e depois aumenta para cerca de 8% em 24h e segundo (THEIL e HURLEY, 2016) os níveis de gordura diminuem de 8,0 para 6,3% aos 2 e 28 dias de lactação, a consequência disso é a redução do conteúdo de energia do leite.

A composição protéica do leite reúne várias proteínas específicas. A proteína do leite é afetada pela raça e estágio da lactação (HURLEY, 2015). Os aminoácidos presentes no leite auxiliam na taxa de crescimento dos leitões. De acordo com Andrade *et al.*, (2016), aos 21 dias pós-parto constataram menor concentração de proteína devido a maior produção de leite a partir da segunda semana de lactação, resultando na diluição dos componentes lácteos.

De acordo com Araujo *et al.* (2022), a matéria seca é maior no colostro do que no leite e sofre variações até o 3º dia, e então se mantém constante durante a lactação. O outro componente principal do leite é o teor de cinzas ou minerais, sendo a maior parte como cálcio e fósforo (HURLEY, 2015).

De acordo com Renaudeau e Noblet, (2001), ao avaliar o teor de sólidos totais, a temperatura ambiente podem afetar o componente, diminuindo em temperatura ambiente em

(20 °C vs 29 °C). Os mesmos autores relataram que a temperatura ambiente não afeta no componente, bem como na condição corporal (KLAVER *et al.*, 1981) e paridade (KLOBASA *et al.*, 1987; GORANSSON, 1990; BAAS *et al.*, 1992).

Baseado em vários estudos e com variações nos resultados, o ensaio comparando temperatura ambiente (32 °C vs 20 °C) houve tendência na redução no teor de gordura (SCHOENHERR *et al.*, 1989). Em contrapartida, não houve efeito quando comparado com temperatura ambiente de 29 °C vs 20 °C (RENAUDEAU e NOBLET, 2001) ou 30 °C vs 20 °C (PRUNIER *et al.*, 1997).

Em curva de lactação, as porcas aumentam substancialmente a produção de leite nas primeiras duas semanas de lactação em decorrência do número de leitões lactantes por porcas e atinge o pico em torno do dia 17 de lactação (AULDIST *et al.*, 1998; THEIL e HURLEY, 2016; HANSEN *et al.*, 2012). Por causa do número de leitões, os autores explicam que cada leitão se apropria de uma única glândula mamária (THEIL *et al.*, 2006; THEIL e HURLEY, 2016) e estimula o crescimento mamário (KIM *et al.*, 2000; NIELSEN *et al.*, 2001; HANSEN *et al.*, 2012). Em torno de 14 leitões, as porcas modernas produzem leite em torno de 13-15 kg/d no pico da lactação, em contrapartida, as porcas produzem 10 kg /d com ninhada de 10 leitões lactentes (HANSEN *et al.*, 2012; THEIL e HURLEY, 2016). Theil e Hurley, (2016) explicam que as porcas produzem cerca ou ligeiramente acima de 1,0 kg de leite por dia para cada leitão no pico da lactação. É correto dizer que quanto maior o número de leitões, maior produção de leite e consequentemente, maior ganho de peso ao desmame.

Considerando que o leite é a principal fonte de nutrientes disponível para o leitão, durante a lactação, sua redução pode refletir diretamente no ganho de peso dos leitões e da leitegada. Nesse sentido, se as porcas apresentarem desequilíbrio no conforto térmico, a produção de leite diminui, refletindo no desenvolvimento dos leitões (RENAUDEAU e NOBLET, 2001; MARTINS *et al.*, 2007). A ingestão do leite materno depende da capacidade da fêmea em produzir quantidade de leite suficiente para toda a leitegada e da capacidade de o leitão alcançar o complexo mamário (HURLEY, 2001; ARAÚJO *et al.*, 2022). Quando ocorre o declínio na produção de leite, o peso da leitegada tem o mesmo efeito (SILVA *et al.*, 2022).

3.7 Ajustes comportamentais frente ao estresse térmico

Geralmente, as porcas estressadas pelo calor tendem a ficarem mais agitadas com mudanças de posicionamento e, em decorrência desta agitação, ocorre o aumento da mortalidade de leitões por esmagamento (SILVA *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2008).

Geralmente, a porca diminui a termogênese através de mudanças comportamentais, por exemplo, comportamento inativo (HUYNH *et al.*, 2004; PAROIS *et al.*, 2018). Mudanças de postura das porcas são um indicativo de que as porcas estão trocando calor através de mecanismos convectivos e condutivos, na tentativa de dissipar calor total (HUYNH *et al.*, 2004).

Dias *et al.* (2015) afirmaram que quando os animais apresentam mudanças comportamentais relacionadas ao estresse térmico, ou seja, o ambiente não proporciona conforto, o animal pode apresentar comportamento de estereotipia. Estereotipia são comportamentos repetitivos, sem função aparente e pode ser um bom indicador de baixo bem-estar animal (SANTOS, 2013).

Estudar o comportamento de aleitamento consiste em avaliar o número, a intensidade, frequência e a duração das mamadas para obter o desempenho dos leitões lactentes, o que confere esse método de tal importância (MOREIRA *et al.*, 2020). (LE BLANC e MONTE 1968; TRAYHURN *et al.*, 1989, SPINKA *et al.*, 2000; RENAUDEAU *et al.*, 2003,) relataram que a temperatura do ambiente nas mamadas tem efeito significativo. Em um ensaio conduzido por Moreira *et al.* (2020) avaliaram o comportamento de aleitamento em relação a estação do ano (inverno e verão) e constataram que nos períodos mais frios, a duração aumenta e o intervalo diminui e o oposto foi verdadeiro. Os autores justificaram que a maior duração do aleitamento durante o inverno deve-se provavelmente à maior produção de leite e à maior necessidade de produção de calor pelos leitões devido à temperatura ambiente mais baixa, além disso, as porcas ficam mais confortáveis para amamentar os leitões durante as horas frescas da noite, estas ficam com a postura inclinada durante a maior parte do tempo à noite (BÙE K, 1991; BÙE K, 1994).

Em estudo conduzido por Renaudeau e Noblet (2001) em ambiente registrando temperatura de (29°C) constataram maior intervalo de mamadas (37 minutos) e (MARTINS *et al.*, 2008) relataram menos mamadas durante o período diurno (6h às 17h59).

Em condições normais, o intervalo de amamentação pode variar de 45 a 50min (MARTINS *et al.*, 2008) e a frequência das mamadas tende a diminuir à medida que a lactação progride (BARROS *et al.*, 2008). Além disso, o número de mamadas também tende a diminuir, o que pode ser um indicativo de maior capacidade de ingestão de leite pelos leitões em um menor intervalo de tempo (CRONIN *et al.*, 1996; VALROS *et al.*, 2002).

3.8 Climatização na maternidade

Nos últimos anos, a suinocultura buscou modernizar a criação através de melhorias nas instalações para que os animais consigam expressar todo o seu máximo desempenho. Para isso, as granjas tecnificadas têm adotado e implantado ambiente com climatização para reduzir danos causados nas porcas, através de sistema de resfriamento evaporativo (RIGO, 2019). Em resumo, sistema de resfriamento evaporativo melhora as condições das porcas e, geralmente, pode resfriar o macroambiente ou direcionar a ventilação frontal para as fêmeas, através de ductos (TOLON; NÃÃS, 2005; BARBARI; CONTI, 2009; MORALES *et al.*, 2013; PERIN *et al.*, 2016; RIGO, 2019; SILVA *et al.*, 2022).

Os sistemas de resfriamento evaporativo (artificiais) têm por objetivo propiciar condições ideais de temperatura e umidade, seja para conforto térmico, reduzir a temperatura interna do galpão, seja para aumentar produção de leite das porcas, minimizando efeitos deletérios nos parâmetros comportamentais, fisiológicos e desempenho. Para atingir tais condições, os equipamentos devem ser dimensionados e controlados adequadamente (RIGO, 2019).

Rigo (2019) descreve que os sistemas artificiais de controle térmico das instalações demandam investimentos, oneram a produção e demandam mais tecnologia para o funcionamento. Segundo (LEE *et al.*, 2007), em condições de clima quente, o sistema de ventilação natural apresenta dificuldades em controlar o ambiente interno de maneira adequada mesmo com o uso de ventiladores, o que reduz a estabilidade e a uniformidade das condições internas causando estresse, dificuldade em conter possíveis problemas sanitários (doenças) e diminuição da produtividade.

Os sistemas de ventilação forçada com ventiladores ou exaustores, o resfriamento evaporativo com pressão negativa, sistemas de gotejamento, sistema de climatização por evaporação sob a cabeça e os sistemas de nebulização são alternativas que podem promover bons resultados em períodos quentes e tem a finalidade de melhorar a condição térmica, reduzindo os efeitos das altas temperaturas melhorando o bem-estar dos animais, para assim, diminuir perdas na produtividade (TOLON; NÃÃS, 2005; BARBARI; CONTI, 2009; MORALES *et al.*, 2013; PERIN *et al.*, 2016; RIGO, 2019; SILVA *et al.*, 2022).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Ética na experimentação animal

Os procedimentos realizados durante o experimento foram submetidos e executados seguindo as diretrizes da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), identificado pelo protocolo 01/2021.

4.2 Animais, manejos e instalações

O experimento foi conduzido com 50 matrizes suínas de linhagens comerciais hiperprolíficas Topigs Norsvin do Brasil® (TN70) de dois a seis partos, em estágio de lactação, em granja comercial (unidade produtora de leitões) localizada no distrito de Croatá, município de São Gonçalo do Amarante, Ceará, Brasil e possui aproximadamente 1300 fêmeas.

Os galpões de maternidade utilizados durante o experimento são do tipo convencional, sendo a maternidade aberta com ducto de ventilação frontal para as fêmeas e uma maternidade climatizada com pressão negativa.

O sistema de resfriamento por duto direcionado operou utilizando placas evaporativas adiabáticas localizadas no final das salas que foram canalizadas através de dutos de lona plástica (250 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro) direcionados às porcas, na parte anterior da gaiola. O ar resfriado da placa evaporativa era empurrado por uma ventilação frontal e assim conduzido às fêmeas nas salas de maternidade. O sistema foi mantido ativo durante todo o período de alojamento das porcas até o desmame, exceto no intervalo entre 13:00 e 6:00 h. O sistema cortina dispostas em ambos os lados foi utilizado em associação com o sistema de resfriamento por duto direcionado.

O sistema de resfriamento por pressão negativa consistia em placas evaporativas e quatro exaustores de 50 polegadas cada. O sistema era controlado por um painel eletrônico instalado no exterior da maternidade. O sistema de resfriamento foi acionado logo após a entrada das porcas na sala de parto, permanecendo em funcionamento 24h dia durante todo o período experimental, não sendo utilizado o sistema de cortinas.

A transferência das matrizes do galpão de gestação para os galpões de maternidade ocorreu por volta dos 105 dias de gestação e foram alocadas aleatoriamente em gaiolas de

parto individuais. As instalações da maternidade são constituídas de piso 2/3 ripado com celas parideiras individuais contendo comedouros e bebedouros para matrizes e escamoteador para aquecimento dos leitões.

Ao nascerem, os leitões foram secos com pó secante e o cordão umbilical amarrado e cortado com posterior desinfecção com solução de iodo a 10%. Logo após, foram mantidos junto à fêmea para ingestão do colostro. No segundo dia de vida dos leitões, foi realizado o manejo de desgaste dos dentes com pedra porosa rotativa e o corte do terço final da cauda com termocauterizador; no terceiro dia foi fornecido coccidiostático por via oral e 200 mg de ferro dextrano via intramuscular. A castração dos leitões foi realizada aos sexto dia de vida.

4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo a matriz e sua leitegada, a unidade experimental. As matrizes foram distribuídas, por tratamento, sendo que 25 matrizes foram transferidas para o galpão climatizado de pressão negativa e o restante foi alojado em galpão com temperatura e ventilação natural (convencional), mantendo-se a mesma quantidade de animais, com base genética, pesos e ordens de parto semelhantes.

4.4 Alimentação das fêmeas e leitões

A ração foi formulada para atender as exigências nutricionais mínimas de acordo com as recomendações contidas no manual da linhagem comercial Topigs Norsvin do Brasil® (Tabela 1). Ao serem alocadas no galpão de maternidade, as matrizes receberam 2,0 kg de ração de lactação até o parto. O manejo alimentar na lactação consistiu no fornecimento de 2,0 kg de ração no primeiro dia após o parto, com acréscimo de 1 kg de ração ao dia até atingir 8 kg de ração no sétimo dia pós-parto. A partir do sétimo dia pós-parto, a ofertada ração manteve-se constante até o desmame. Durante o período lactacional, as fêmeas receberam água à vontade e o arraçoamento foi dividido em cinco tratos por dia, às 3h, 6h, 10h, 16h e 22h.

Os leitões não receberam *creep feeding* e o leite de porca foi o único alimento disponível para os leitões. A água estava disponível ad libitum por meio de bebedouro de baixa pressão.

Tabela 1 - Composição da ração de lactação

Ingredientes (%)	Lactação
Milho	54,43
Farelo de soja	32,10
Farelo de trigo	2,00
Opticell ¹	0,20
Açúcar	3,00
Óleo de soja	3,80
Rovimix Hy-D 250 (25OHD3) ²	0,03
Núcleo vitamínico-mineral	4,00
Adsorvente de micotoxinas	0,10
DL-Metionina	0,05
Biolys 70 ³	0,09
Creamino (GAA 96%) ⁴	0,10
Biotina 2%	0,01
Probiótico ⁵	0,01
Acti Saf HR ⁶	0,10
Total	100,00
Energia metabolizável (kcal.kg ⁻¹)	3450,00
Proteína bruta (%)	19,81
Cálcio (%)	0,95
Fósforo disponível (%)	0,44
Lisina digestível (%)	0,97
Metionina + cistina digestível (%)	0,57
Treonina digestível (%)	0,63
Triptofano digestível (%)	0,21
Arginina digestível (%)	1,31
Valina digestível (%)	0,82

1 Fonte de fibra insolúvel: lignocelulose; 2 Suplemento vitamínico: contém 25-OH-D3, como substância ativa, que é um precursor fisiológico do hormônio ativo da vitamina D3; 3 Contém 70% de lisina; 4 Ácido guanidinoacético (GAA) 96%, como precursor da creatina; 5 Bacillus subtilis e licheniformes; 6 Cepa viva de Saccharomyces cerevisiae.

4.5 Parâmetros avaliados nas matrizes

As matrizes foram pesadas no momento da transferência da gestação para maternidade e ao desmame para verificar a mobilização corporal (Kg e %). As fêmeas foram acompanhadas durante o parto de forma que após o encerramento da parição foi registrado o

número total de leitões, o número de natimortos, o número de mumificados, mortos ao nascer e nascidos vivos. A produção de leite das matrizes foi estimada com o uso da equação sugerida por Noblet e Etianne (1989): produção de leite (kg/dia) = $\{(0,718 \times \text{ganho de peso diário do leitão (g)} - 4,9) \times \text{número de leitões}\} / 0,19$. O consumo de ração foi determinado através da diferença entre o peso da ração fornecida e o peso das sobras recolhidas diariamente. As pesagens foram registrados através de uma balança digital da marca COMMERCE BRASIL, modelo WH-08 – CBR1046, com capacidade de 10g à 50 kg.

4.5.1 COLETA DE LEITE

Aos 2º e 20º dias de lactação, os leitões foram separados das matrizes, e essas foram deixadas em jejum por uma hora. Após esse período, 1 ml de ocitocina foi aplicado na veia marginal da orelha das matrizes, que após observação da descida espontânea de leite das tetas das matrizes, amostras de 80 ml de leite de doze matrizes de cada tratamento, com mesma condição corporal, foram colhidas manualmente das oito primeiras glândulas produtivas, quatro de cada lado, em potes esterilizados. Para higiene adequada, foi utilizado papel umedecido para limpar o úbere de cada animal. As amostras colhidas foram identificadas, homogeneizadas e armazenadas imediatamente à temperatura de -20°C para análises subsequentes.

Foram analisadas as concentrações de proteína bruta (PB), gordura (GOR), lactose (LACT), sólidos não gordurosos (SNG), matéria mineral (MM) e sólidos totais (ST) em instrumento de absorção infravermelha (Bentley 2000®, Bentley Instruments Inc, Chaska, Minnesota, USA). A calibração do equipamento foi realizada por dados não-corrigidos, obtidas de amostras-padrão de leite de fêmeas suínas, as quais foram preparadas através de métodos químicos.

4.5.2 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

Os parâmetros fisiológicos foram mensurados das porcas de cada tratamento, aos 2º, 7º, 12º, 16º e 20º dias após o parto, em três horários distintos (7, 13 e 16h), calculando-se os valores médios diários para frequência respiratória, temperatura superficial e retal. Para frequência respiratória foi obtida por meio da observação dos movimentos do flanco da matriz, em repousos, sem estarem amamentando, verificando a contração dos músculos intercostais durante 15 segundos, e o resultado, multiplicado por quatro. As temperaturas

superficiais (paleta, pernil, nuca e orelha) das porcas foram verificadas por meio de um termômetro infravermelho laser (Incoterme ScanTemp ST-1000), à 5 e 10 cm de distância e ângulo perpendicular sobre a superfície. A temperatura retal foi aferida por meio de um termômetro clínico veterinário, introduzido no reto das matrizes, 5 cm na porção superior do reto, durante 1 minuto.

4.6 Parâmetros avaliados nos leitões

As leitegadas foram equalizadas pelo número de 13 ou 14 leitões, um dia após o parto. Na equalização e ao desmame, os leitões de cada leitegada foram identificados e pesados para cálculos de ganho de peso. Todas as mortes foram computadas por leitegada para o cálculo da mortalidade.

A uniformidade da leitegada foi mensurada a partir do percentil dos pesos individuais dos leitões na equalização e ao desmame, em cada leitegada, que foram distribuídos em três classes: leves, médios e pesados.

4.7 Dados comportamentais

4.7.1 PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS PARA AS FÊMEAS

Para coletar dados comportamentais, as variáveis analisadas foram: aleitamento (A), bebendo água (B), comendo ração (C), estereotipado (E), inativo (IN), inativo alerta (IA), mordendo (MO) e fuçando (F), conforme sugerido por (PANDORFI et al. 2006) . Os comportamentos foram monitorados em dois dias distintos, dia 7 e 15º de lactação, durante um período de 24 h, com intervalos de dez minutos entre as observações, começando às 06h00min da manhã, para caracterização do perfil nictemeral. Foi construído um etograma (DEL CLARO, 2004) para amostragem da frequência de realização de cada comportamento da porca, feito anotações em fichas e posteriormente utilizadas para as avaliações. Os dados comportamentais utilizados na análise consistiram na coleta da frequência de comportamentos realizada pelo animal focal com observação contínua. O número de animais utilizados foram os mesmos para a coleta do leite.

4.7.2 PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS PARA AS LEITEGADAS

As variáveis comportamentais analisadas foram: número (N), intervalo (I) e frequência de mamadas (FM). A mensuração ocorreu no mesmo dia e horário do comportamento das matrizes. As leitegadas foram utilizadas as mesmas do comportamento das fêmeas. O início do comportamento de sucção foi definido quando mais da metade dos leitões de uma leitegada estavam realizando movimentos de sucção no úbere. O final da mamada foi definido quando mais da metade dos leitões deixou o úbere ou permaneceu inativo próximo ao úbere.

A observação dos animais foi realizada segundo as orientações de (FERREIRA, 2005) para que não afetasse o comportamento dos leitões e não houvesse variações nos dados obtidos. Nos primeiros dias de lactação não foi feita mensuração, uma vez que os leitões tendem a escolher uma teta preferencial nas primeiras horas de vida, bem como disputas pelos tetos (HARTSOCK e GRAVES 1976; JEPPESEN 1982; ROSILLON-WARNIER e PAQUAY 1984) e, conseqüentemente, poderia afetar o comportamento natural de sucção. O número de leitegadas utilizado foi o mesmo utilizado no comportamento das porcas.

4.8 Monitoramento ambiental

O ambiente interno de cada maternidade foi caracterizado através de mensurações da temperatura ambiente e umidade relativa do ar por meio de termohigrômetro digital (Incoterm) configurado para coleta de dados com intervalos de uma hora e quatro vezes por semana, durante o experimento. As variáveis meteorológicas foram registradas por um microprocessador da marca BRANDLESS, modelo HTC-2. Sua faixa de operação encontra-se -10°C $+70^{\circ}\text{C}$, e umidade relativa de 10 a 99%. Os termohigrômetros foram instalados a meia altura das fêmeas em pontos estratégicos no interior das instalações para garantir integridade e ausência de interferências na coleta de dados.

4.9 Análises estatísticas

Para as análises estatísticas foi utilizado o pacote estatístico do SAS (9.3). Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de probabilidade para verificar a normalidade dos dados.

Os dados com distribuição normal foram comparados pelo teste F da análise de variância considerando efeito significativo menor ou igual a 5% de probabilidade. Os dados

que não apresentaram distribuição normal, quando possível, foram normalizados pelo procedimento PROC RANK do pacote estatístico do SAS (9.3) e os dados não normalizados, comparados pelo teste Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No galpão não climatizado, a temperatura interna variou entre 26,00 a 32,55°C com maior pico às 14 horas e menor às 6 horas, ao contrário do climatizado que variou entre 25,00 a 28,00°C e com pico maior às 13 horas e o menor às 5 horas. Para umidade relativa, no galpão não climatizado e climatizado, variando entre 30% a 70% e 70% a 88%, respectivamente (Figura 1).

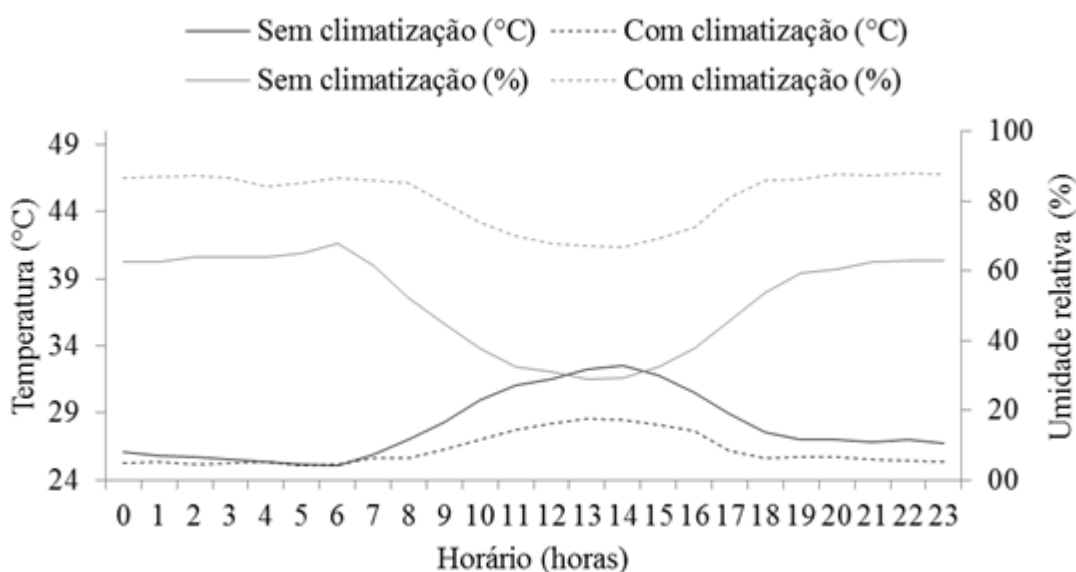


Figura 1 – Temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) no interior das instalações durante o experimento.

Os dados ambientais evidenciaram que, independente da instalação, todas as porcas do experimento estavam com calor, uma vez que o recomendado é um intervalo de variação entre 12 a 15°C, conforme sugerido por (FERREIRA, 2019). Ribeiro *et al.* (2018), em um estudo meta-analítico, destacou que ambientes com temperatura acima de 25 °C pode ser considerado estresse térmico para fêmeas durante a fase de lactação. Para manutenção da homeostase térmica, as fêmeas, apresentaram gasto energético, de acordo com os resultados apresentados. Além disso, a umidade relativa média em ambos os galpões não apresentava níveis adequados, uma vez que o aceitável é entre 40 a 70%, conforme sugerido (BORTOLOZZO *et al.*, 2011). De acordo com Sampaio *et al.* (2004), os níveis da umidade relativa não deve ultrapassar 70% para interferir a o processo de dissipação de calor por evaporação.

Para os parâmetros fisiológicos analisados, no ambiente sem climatização, a frequência respiratória, temperatura retal e temperatura da pele foram superiores ($P < 0,01$) aos

observados nas fêmeas submetidas ao ambiente climatizado, respectivamente de 23,73, 0,22 e 1,6 pontos percentuais (Tabela 2).

Tabela 2 – Parâmetros fisiológicos de fêmeas lactantes em função do ambiente térmico

	Sem climatização	Com climatização	CV (%)	P valor
Frequência Respiratória (movimentos min-1)	75.59	51.86	44.12	<.0001
Temperatura Retal	38.53	38.31	1.99	0.001
Temperatura da Pele	35.85	34.25	3.97	<.0001

Fonte própria (2022); CV= Coeficiente de Variação (%); P= Probabilidade

Neste estudo, verificou-se que as porcas apresentaram frequência respiratória (FR) acima da faixa considerada normal para matrizes suínas lactantes, que é de 15 a 25 movimentos por minuto, de acordo com (HANNAS, 1999; QUINIOU; NOBLET, 1999). E, mesmo as fêmeas alojadas no galpão com sistema de refrigeração não conseguiram dissipar o calor, indicando que estas fêmeas também estavam em condição de estresse térmico. Quando há aumento significativo da FR ocorre à intensificação da perda do calor endógeno através da evaporação, uma vez que a perda por sudorese é baixa ou até inexistente, indicando estresse térmico (RODRIGUES *et al.*, 2010). Embora as porcas alojadas em ambiente com climatização por pressão negativa tenham apresentado taxa de respiração mais baixa do que as porcas do galpão convencional, sua taxa de respiração ainda foi maior do que o esperado para porcas alojadas em condições termoneutras.

A temperatura retal (TR) das porcas alojadas na sala com pressão negativa foi 0,22 °C mais baixa durante todo período de estudo em comparação com as porcas alojadas em salas convencionais. (VIEIRA, 2012) descreveu que o aumento da TR significa que o animal não está conseguindo dissipar calor suficientemente, sendo submetido assim ao estresse por calor.

Em um estudo conduzido por Romanini *et al.* (2008), que analisaram a temperatura da pele de porcas multíparas em temperatura ambiente média de 27°C, encontraram o valor de 36,9°C. O sistema de refrigeração por pressão negativa proporcionou redução na temperatura superficial e é justificada pelo aumento do fluxo sanguíneo dos vasos capilares da epiderme com intuito de intensificar a dissipação do calor corporal (RENAUDEAU *et al.*, 2003). Em um curto período, o aumento da FR é uma maneira eficiente para dissipação de calor, em contrapartida, longo período pode resultar sérios problemas para os animais. Rigo *et al.*

(2019) esclareceram que nos horários mais quentes do dia, essas variáveis se mantêm elevadas, na tentativa de o animal ajustar sua homeotermia

A climatização não influenciou ($P>0,05$) na condição corporal das fêmeas, bem como não alterou ($P>0,05$) o consumo. As fêmeas alojadas no ambiente climatizado aumentaram em ($P<0,05$) 2,31 kg dia⁻¹ a produção de leite (Tabela 3).

Tabela 3 – Desempenho e condição corporal de fêmeas suínas em lactação em função do ambiente térmico

	Sem climatização	Com climatização	CV (%)	P valor
Consumo médio diário de ração (kg dia ⁻¹)	5,388	5,197	7,33	0,284
Lactação (dias)	22,41	22,94	7,34	0,305
Peso da fêmea Pós-parto (kg)	259,33	245,86	10,65	0,107
Peso da fêmea ao desmame (kg)	233,77	230,81	14,91	0,777
Mobilização corporal (%)	6,38	6,79	118,23	0,874
Produção de leite por fêmea (kg dia ⁻¹)	7,39	9,67	27,12	0,002

Fonte própria (2022); CV= Coeficiente de Variação (%); P= Probabilidade; Kg= quilograma

As fêmeas sem climatização por pressão negativa tiveram menor produção de leite do que as matrizes mantidas em ambiente climatizado. Esse fato pode ser explicado em decorrência das condições de estresse térmico pelo calor, haja vista que, na tentativa de regular a temperatura corporal, há um redirecionamento do fluxo sanguíneo da glândula mamária para a pele, na tentativa de dissipar o calor endógeno, além de causar um decréscimo na disponibilidade de nutrientes para síntese do leite (BARB *et al.*, 1991; BLACK *et al.*, 1993). Alguns autores explicaram que essa redução do fluxo sanguíneo para a glândula mamária reduz ainda mais a disponibilidade de nutrientes para síntese do leite (RENAUDEAU; NOBLET; DOURMAD, 2003; SILVA *et al.*, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2018).

Em um estudo Silva *et al.* (2022) verificaram que as fêmeas mantidas em sistema de refrigeração de pressão negativo (22,9±1,5) aumentaram a produção de leite notoriamente (10,23 kg dia⁻¹). Os mesmos autores justificaram que esse aumento da capacidade de produção de leite foi pela otimização do consumo diário de ração. Essa redução do consumo voluntário de ração associado com altas temperaturas pode acarretar em decréscimo na produção de leite que tem como efeito o desgaste corporal das fêmeas, afetando os desempenhos reprodutivos subsequentes das porcas (QUINIOU e NOBLET, 1999; RIBEIRO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2022),

Renaudeau *et al.* (2011) relataram que porcas lactantes alojadas em galpões com temperatura elevada apresentaram menor consumo de ração e maior mobilização corporal do que o grupo controle. Neste estudo, no entanto, não houve diferenças entre os grupos sobre o peso corporal e perda de peso percentual das matrizes durante a lactação. Isso pode ter ocorrido, pois as fêmeas sem climatização por pressão negativa tiveram produção de leite reduzida, enquanto o consumo de ração não foi significativamente diferente entre os grupos. Além disso, a duração da lactação também está relacionada com a mobilização da fêmea durante a lactação, tendo em vista que quanto maior a duração da lactação, maior será o desgaste corporal da matriz neste período (FERREIRA *et al.*, 2014).

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os parâmetros relacionados à composição bromatológica do leite no 2º e 20º dia (Tabela 4).

Tabela 4 – Composição bromatológica do leite de fêmeas suínas em função do ambiente térmico

	Sem climatização	Com climatização	CV (%)	P valor
2 dias				
Proteína Bruta (%)	3,66	3,68	7,33	0,550
Gordura (%)	7,37	7,63	21,42	0,737
Lactose (%)	5,51	5,55	7,30	0,639
Sólidos não-gordurosos (%)	10,04	10,12	7,26	0,729
Matéria mineral (%)	0,82	0,82	7,63	0,713
Sólidos Totais (%)	17,41	17,74	9,28	0,916
20 dias				
Proteína Bruta (%)	3,68	3,68	10,89	0,550
Gordura (%)	6,04	5,56	27,57	0,995
Lactose (%)	5,52	5,53	10,66	0,495
Sólidos não-gordurosos (%)	10,06	10,07	10,59	0,758
Matéria mineral (%)	0,82	0,79	11,09	0,741
Sólidos Totais (%)	16,11	15,63	9,12	0,299

Fonte própria (2022); CV= Coeficiente de Variação (%); P= Probabilidade

A composição pode ser influenciada por vários fatores, tais como dieta, genética, paridade, produção de colostro e leite, ordem parto e a temperatura (MARTINS *et al.*, 2007; HURLEY, 2015; RAPP e MORALES, 2018). No presente estudo, independentemente do ambiente, os constituintes lácteos se mantiveram durante a lactação.

O leite materno é produto nobre, sintetizado pelas células epiteliais mamárias (glândulas mamárias) pelas fêmeas lactantes durante o pós-parto (ARAÚJO *et al.*, 2022). É importante para o desenvolvimento dos leitões, uma vez que este produto é principal para

sobrevivência dos leitões durante a lactação e constituído, principalmente, macronutriente e micronutriente, água e células (HURLEY, 2015).

A concentração de lactose, em mamíferos apresenta pouca variação, a não ser pela maturação do leite como ocorre na transição entre o colostro e o leite onde é observado aumento de, aproximadamente, 3 para 5% nos dois primeiros dias de lactação e o principal fator para isto é o aumento da quantidade e duração das mamadas (EBERT, 2005). Em seu estudo Araújo *et al.* (2022) constatou que a lactose permaneceu constante já a partir dos 7 dias de lactação e justificaram que o teor deste constituinte aumenta sutilmente na concentração do leite da porca, de 5,2% a 5,5% aos 2 e 28 dias (THEIL e HURLEY, 2016).

De acordo com Araújo *et al.* (2022) o teor médio de gordura permanece no nível de 5,9 a 6,4% até as 18h após o parto e depois aumenta para cerca de 8% em 24h e segundo (THEIL e HURLE, 2016) os níveis de gordura diminuem de 8,0 para 6,3% aos 2 e 28 dias de lactação, a consequência disso é a redução do conteúdo de energia do leite. É um dos constituintes mais variáveis (HURLEY, 2015).

Segundo Andrade *et al.* (2016), aos 21 dias pós-parto constataram menor concentração de proteína devido a maior produção de leite a partir da segunda semana de lactação, resultando na diluição dos componentes lácteos.

Hurley, (2015) afirmou que o teor de sólidos totais do leite é afetado pela temperatura do ambiente, sendo a porcentagem de sólidos totais menor em temperaturas entre 20 °C e 29 °C.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os parâmetros relacionados aos leitões no momento da equalização. Ao desmame, o peso médio do leitão e o ganho de peso diário foram superiores ($P<0,05$) para o grupo de leitegada mantido em ambiente climatizado, respectivamente de 0,699 e 0,038 kg, (Tabela 5).

Tabela 5 – Desempenho da leitegada na equalização e no desmame

	Sem climatização	Com climatização	CV (%)	P valor
Idade da leitegada na equalização (dias)	1,05	1,24	62,22	0,352
Número de leitões por fêmea (n)	13,24	13,53	5,34	0,228
Peso médio da leitegada na equalização (kg)	1,632	1,731	17,76	0,297
CV ¹ da leitegada na equalização (%)	24,41	20,23	31,74	0,079
Peso médio da leitegada ao desmame (kg)	5,779	6,478	15,28	0,024
CV ¹ da leitegada ao desmame (%)	24,73	20,86	30,29	0,106
Ganho de peso médio diário por leitão	0,180	0,218	19,16	0,002

(kg)				
Mortalidade (%)	14,15	11,50	81,18	0,298
Fonte própria (2022); CV= Coeficiente de Variação (%); P= Probabilidade; Kg= quilograma				

As matrizes mantidas no ambiente com climatização por pressão negativa desmamaram leitões mais pesados e com maior ganho de peso médio diário da leitegada em relação ao grupo controle, corroborando com os resultados relatados por (ARAÚJO *et al.*, 2022; SILVA *et al.*, 2022). Quando os leitões não recebem nenhuma outra fonte de alimentação, o desempenho destes animais é reflexo da quantidade e qualidade nutricional do leite materno (HURLEY, 2015). Como não foram observadas diferenças significativas na composição nutricional do leite entre ambos os tratamentos, esse resultado pode ser relacionado com a maior produção de leite das fêmeas, em comparação ao galpão convencional. Alguns autores justificaram em seus estudos o aumento da produção de leite oriundo do consumo diário de ração das porcas (RENAUDEAU *et al.*, 2003; KIEFER *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2022). De acordo com o estudo de Perin *et al.* (2016) observaram que as fêmeas lactantes mantidas em ambiente com a utilização de sistema de resfriamento sob a nuca (25,8°C) tiveram maior ingestão de ração comparado às alocadas sob galpão convencional (26,1°C) (4,8 vs 5,8kg) e explicaram que o melhor desempenho dos leitões das matrizes alojadas sob o sistema de resfriamento na nuca se deveu ao melhor conforto térmico promovido pelo ar frio sobre os animais, conclusão semelhante à de (MORALES *et al.*, 2013).

A utilização do sistema de pressão negativa ou qualquer sistema de refrigeração melhora o desempenho das porcas em lactação e proporciona melhores pesos dos leitões ao desmame em comparação com o sistema convencional, (JUSTINO *et al.*, 2015; PERIN *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2022).

Com relação à estratificação na equalização do peso dos leitões para as variáveis analisadas não houve diferença significativa ($P>0,05$; Tabela 6).

Tabela 6 – Estratificação de peso dos leitões na equalização em função da climatização do ambiente

	Sem climatização (%)	Com climatização (%)	CV (%)	P amb
< 1,467 kg (leves)	33,80	31,79	72,50	0,543
1,467 a 1,863 kg (médios)	36,95	28,49	56,57	0,135
> 1,863 kg (pesados)	29,25	39,72	81,14	0,196

Fonte própria (2022); CV= Coeficiente de Variação (%); P= Probabilidade; amb= ambiente

Leitões leves são considerados um dos problemas nas atividades suinícolas, uma vez que estes não conseguem acompanhar o mesmo desenvolvimento e crescimento de leitões pesados (MILLIGAN *et al.*, 2002; QUINIOU *et al.*, 2002; DALLANORA *et al.*, 2017). Entretanto, leitões pesados, com maior vitalidade, conseguem buscar o complexo mamário da mãe. Nesse sentido, pode-se supor que quanto maior for a heterogeneidade para o peso leve, menor será seu ganho de peso, bem como aumento na mortalidade até do desmame (MILLIGAN *et al.*, 2002; QUINIOU *et al.*, 2002; DALLANORA *et al.*, 2017).

Ao estratificar o peso dos leitões, Bérard *et al.* (2010), constataram que a causa de leitões abaixo de 800 g no pós-parto, está relacionada crescimento intra-uterino, ao passo que estes leitões podem permanecer com baixo peso até o desmame. A razão em nascer com peso leve ocorre em decorrência do espaço limitado intra-uterino e a competição de nutriente entre os leitões (BLOMBERG *et al.*, 2010; QUINIOU *et al.*, 2002; TOWN *et al.*, 2004; MOREIRA *et al.*, 2019).

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para as classes de leitões com peso médio. O ambiente climatizado influenciou ($P < 0,05$), na redução para a classe de leitões leves e aumentou leitões pesados em 19,4% e 15,25%, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7 – Estratificação de peso dos leitões ao desmame em função da climatização do ambiente

	Sem climatização (%)	Com climatização (%)	CV (%)	P amb
< 5,458 kg (leves)	41,77	22,37	65,90	0,008
5,458 a 6,650 kg (médios)	31,81	35,96	54,23	0,576
> 6,650 ¹ kg (pesados)	26,42	41,67	76,84	0,040

Fonte própria (2022); ¹ Foi utilizado a faixa de peso de leitões médios como co-variável; CV= Coeficiente de Variação (%); P= Probabilidade; amb=ambiente; Kg= quilograma

Ao nascerem, os leitões recém-nascidos são submetidos a diversos manejos e contribuem grandemente para o sucesso ou fracasso em relação à taxa de sobrevivência dos lactentes e sua qualidade e peso ao desmame. Os leitões são sensíveis ao frio durante a lactação em decorrência de poucas reservas corporais. O desafio é o leitão manter sua temperatura corpórea adequada (ALEXOPOULUS *et al.*, 2018). Assim, há necessidades de ingestão de colostro nas primeiras horas de vida, com a finalidade de realizar a transferência

das imunoglobulinas (IgG, IgM e IgA) da matriz para os leitões, aumentando as chances de sobrevivência da leitegada (ALEXOPOULUS *et al.*, 2018).

Outra forma de diminuir leitões leves é através da uniformização de leitegada. Na prática, uniformizar basicamente refere-se mover leitões de leitegadas mais numerosas para menos numerosas ou também na formação de lotes de leitegadas com leitões de peso semelhantes (NEAL e IRVIN, 1991; ROBERT e MARTINEAU, 2001). Com intuito de aumentar a chance de sobrevivência dos leitões. Essa prática pode beneficiar os leitões leves, pois estes teriam mais chance de perder mamadas se estivessem com leitões grandes (QUINIOU *et al.*, 2002; BIERHALS *et al.*, 2010).

Ao uniformizar as leitegadas, Souza (2010) classificou leitões leve com leves (0,8 a 1,25 kg), leves com médios (1,4 a 1,6 kg) e leves com pesados (>1,7 kg) e constatou que não encontrou diferença na mortalidade de leitões quando foram uniformizados leitões com leves com leves ou leves com médios, mas quando uniformizou leitões leves com pesados a mortalidade foi significativamente maior que nos outros grupos. Em corroboração com os resultados, Bierhals *et al.* (2012) propuseram uniformizar só leitões leves (1,0 a 1,2 kg), leves e intermediários (1,4 a 1,6 kg) e somente leitões intermediários, e observaram que o ganho de peso diário e a taxa de sobrevivência foram semelhantes entre os grupos até os 19 dias de vida.

Somados a isso, as porcas mantidas no ambiente climatizado por refrigeração por pressão negativa aumentou notoriamente a produção de leite. Nesse sentido, os leitões ingeriram o leite em maior quantidade comparado ao grupo de leitões que estava alojado no galpão sem climatização.

A climatização proporcionou redução ($P < 0,05$) no comportamento inativo e aumento ($P < 0,05$) nos comportamentos inativo alerta e aleitamento em 4,72%, 1,79% e 1,26%, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8 – Comportamento das fêmeas em função da climatização do ambiente

	Sem climatização (%)	Com climatização (%)	CV (%)	P valor
Geral				
Bebendo	3,54	3,96	171,60	0,282
Comendo	4,83	5,38	285,55	0,353
Estereotipado	0,63	0,76	365,49	0,487
Fuçando	0,66	0,97	342,78	0,187
Inativo	57,95	53,23	41,79	0,003
Inativo Alerta	13,70	15,49	95,59	0,000

Noite	13,92	13,33	13,67	28,57	0,679	0,015	0,309
Dia	11,25	12,22	11,67				
Média	12,58	12,78					
Intervalo (min)							
Noite	36,81	32,66	35,04	47,20	0,015	0,000	0,729
Dia	35,30	34,39	34,89				
Média	36,02	33,59					

Fonte própria (2022); CV= Coeficiente de Variação (%); P= Probabilidade; min= minutos; n= numero; clim= climatização; inter= interação

Ao avaliarem o comportamento do aleitamento em relação à estação do ano (inverno e verão). Moreira *et al.* (2020) constataram que, o repertório comportamental quanto ao intervalo e número de mamadas foi homogêneo ($P < 0,05$) no inverno ($20,32 \pm 2,17^{\circ}\text{C}$). No entanto, no verão ($26,65 \pm 4,02^{\circ}\text{C}$), os leitões mamaram mais ($P < 0,05$) durante a noite, com maior ($P < 0,05$) intervalo (30,1 vs 33,4) de mamadas durante o dia. Os autores justificaram que durante a noite, as porcas ficam mais confortáveis para amamentar os leitões. Além disso, esses resultados corroboram com o intervalo entre as mamadas, que foram mais curtas e, consequentemente, m maior número à noite para garantir o consumo do leite. Pressupõe-se que durante o período diurno, os leitões recebem menos leite em decorrência do calor que afeta as porcas e, consequentemente, estas ficam com a postura inclinada durante a maior parte do tempo à noite (BUE K, 1991; BUE K, 1994), facilitando assim o acesso dos tetos para os leitões. Em estudo conduzido por Renaudeau e Noblet, (2001) constataram aumento no intervalo entre mamadas (37 minutos) em porcas mantidas em ambiente de estresse térmico (29°C). Em um ensaio conduzido por Martins *et al.* (2008) constataram que houve redução de mamadas durante o período diurno (6h às 17h59).

Quanto maior for a frequência e menor intervalo entre mamadas, os leitões tendem a obter mais leite, aumentando a produção de leite (BIRKENFELD *et al.*, 2006; MOREIRA *et al.*, 2020). Esse resultado corrobora com o comportamento de aleitamento e na produção de leite em porcas mantidas no galpão com refrigeração por pressão negativa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso climatização para melhor conforto em bem-estar de porcas, durante a fase de lactação, pode reduzir os efeitos deletérios do estresse por calor por meio de melhorias no desempenho como aumento da produção de leite, peso ao desmame e número de leitões pesados, Além de menor frequência respiratória, temperatura superficial e retal e intervalo entre mamadas.

7. REFERÊNCIAS

- ABCS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS; MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos**. Brasília, 2011. 140 p.
- ABPA - Associação Brasileira de Produtos de Origem Animal, Relatório Anual. 2022. Disponível em: < <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-vf.pdf>> Acesso em: 22 out. 2022.
- ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N. **Ventilação na avicultura de corte**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 50p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 63).
- ALEXOPOULOS JG, LINES DS, HALLETT S, PLUSH KJ. A Review of Success Factors for Piglet Fostering in Lactation. **Animals** (Basel). 2018 Mar 9;8(3):38. doi: 10.3390/ani8030038. PMID: 29522470; PMCID: PMC5867526.
- Andrade, Tiago Silva et al. Betaína em rações para fêmeas suínas de primeiro e segundo ciclo reprodutivo. *Revista Ciência Agronômica* [online]. 2016, v. 47, n. 4 [Acessado 5 Dezembro 2022], pp. 784-792. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160094>>. ISSN 1806-6690. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160094>.
- Araújo, L. R. S., Vasconcelos, D. M. S., Maia Filho, G. S., Silva, C. V. O., Andrade, T. S., & Evangelista, J. N. B. (2022). Composição físico-química do colostro e do leite de porcas durante a lactação sob condições tropicais. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, 16(1), 59–64. <https://doi.org/10.26605/medvet-v16n1-3517>.
- Auldist DE, Morrish L, Eason P, King RH. A influência do tamanho da ninhada na produção de leite de porcas. **Ciência Animal**. 1998;67:333–337. DOI: 10.1017/S1357729800010109.
- Baas, T.J., Christian, L.L. and Rothschild, M.F., 1992. Heterosis and recombination effects in Hampshire and Landrace swine: I. Maternal traits. **Journal of Animal Science** 70: 89-98.
- BANHAZI, T. M. et al. Review of issues related to heat stress in intensively housed pigs. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v.7, p.737-744, 2008. Available from: <Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103078665>>. Accessed: Out, 20, 2022. doi: 10.13031/2013.25578. » <https://doi.org/10.13031/2013.25578>.» <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103078665>
- BARB, C.R.; ESTIENNE, M.J.; KRAELING, R.R.; MARPLE, D.N.; RAMPACEK, G.B.; RAHE, C.H.; SARTIN, J.L. Endocrine changes in sows exposed to elevated ambient temperature during lactation. **Domestic Animal Endocrinology**, v.8, p.117-127, 1991.
- 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>.
- BARROS LR, PASCOAL LAF, SILVA LPG & BRANDÃO JS. 2008. Distúrbios de impacto econômico na produção de suínos. **Rev Electrón Vet** 9(7): 1695-7504.

BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P. Effects of heat stress on post absorptive metabolism and energetics. **Annual Review of Animal Biosciences**, v.1, p.311-337. 2013.

BÉRARD, J.; KREUZER, M.; BEE, G. In large litters birth weight and gender is decisive for growth performance but less for carcass and pork quality traits. **Meat science**, v. 86, n. 3, p. 845-851, 2010.

BERTOLDO, M. J.; HOLYOAKE, P. K.; EVANS, G.; GRUPEN, C. G. Seasonal variation in the ovarian function of sows. **Reproduction Fertility and Development**, v. 24, p. 822-834, 2012.

BIERHALS, T; HEIM, G; PIUCO, P; WENTZ, I; BORTOLOZZO, F. P. Uso prático do manejo de uniformização de leitegadas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39 (1), p. 942, 2010.

BIERHALS, T; MAGNABOSCO, D.; RIBEIRO, R.R; PERIN J.; CRUZ, R.A.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I; BORTOLOZZO, F.P. Influence of pig weight classification at crossfostering on the performance on the primiparous sow and the adopted litter. **Livestock Science**, v. 146, p. 115-122, 2012.

BIERHALS, T; MELLGI, A.P.G.; HEIM, G.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I; BORTOLOZZO, F.P. Performance of litter after crossfostering of piglets between females of parity order 1 and 5. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.39 (1), p. 942, 2011.

BIRKENFELD C, KLUGE H & EDER K. 2006. L-carnitine supplementation of sows during the pregnancy improves the suckling behavior of their offspring. *Br J Nutr* 96: 334-342.

BLACK, J.L.; MULLAN, B.P.; LORSCHY, M.L.; GILES, L.R. Lactation in the sow during heat stress. **Livestock Production Science**, v. 35, n. 1-2, p. 153-170, 1993.

BLOMBERG, Le Ann et al. The effect of intrauterine growth retardation on the expression of developmental factors in porcine placenta subsequent to the initiation of placentation. **Placenta**, v. 31, n. 6, p. 549-552, 2010.

BORTOLOZZO FP, GAGGINI TS & WENTZ I. 2011. Infertilidade sazonal no suíno: caracterização e consequência durante a fase gestacional. In: Simpósio Internacional de Suinocultura. Vol. 6, SINSUI, Porto Alegre (Porto Alegre. Anais).

BUE K. 1991. The process of weaning in pigs Ð when the sow decides. **Applied Animal Behaviour Science** 30: 47-59.

BUE K. 1994. Variation in maternal behaviour and production of sows in integrated loose housing systems in Norway. **Applied Animal Behaviour Science** 41: 53-62.

CAMPOS, C. P.; SOUZA, G. D. P.; PEREIRA, D. M. Cuidados com os leitões no pós-parto e nos primeiros dias de vida. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano 4, n. 11, 2008.

COSTA, AN Impacto das demandas fisiológicas e metabólicas sobre a reprodução e a reprodução de matrizes suínas. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, Supl. 2, pág. 305-308, 2014.

CRONIN GM, SIMPSON GJ & HEMSWORTH PH. 1996. The effects of the gestation and farrowing environments on sow and piglet behaviour and piglet survival and growth in early lactation. **Applied Animal Behaviour Science** 46: 175-192.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária** / 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 710 p.

DALLANORA, D et al. Effect of dietary amino acid supplementation during gestation on placental efficiency and litter birth weight in gestating gilts. **Livestock Science**, v. 197, p. 30-35, 2017.

DE BRAGANÇA MM, MOUNIER M & PRUNIER A. 1998. Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? **Journal of Animal Science** 76: 2017-2024.

DE CASTRO JÚNIOR, Sérgio Luis; SILVA, Iran José Oliveira da. The specific enthalpy of air as an indicator of heat stress in livestock animals. **International Journal of Biometeorology**, v. 65, n. 2, p. 149-161, 2021.

DIAS, C. P. Bem estar dos suínos. 1. ed. Londrina: Midiograf - Gráfica e Editora, 2014. 405 p.

DIAS, C. P., Silva, C. A. & Manteca, X. (2015). Efeitos do alojamento no bem-estar de suínos em fase de crescimento e terminação. **Ciência Animal**, 25(1):76-92.

DOURMAD, J.Y.; NOBLET, J.A. Genetics, environment and nutrition interrelationship in swine production. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1998, Campinas. Anais... Campinas: 1998. p.155-158.

E BRAGANÇA MM, MOUNIER M & PRUNIER A. 1998. Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? **Journal of Animal Science** 76: 2017-2024.

EBERT, A.R. Alimentação Líquida Artificial para Leitões dos 2 aos 21 dias de idade: estudo de fontes proteicas e do nível de arginina na dieta. 2005. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FÁVERO, J.A.; FIGUEIREDO, E.A.P. Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. **Revista Ceres**. v.56, p.420-427, 2009.

FERREIRA, Adilson Hélio, et al. Produção de suínos: teoria e prática. Brasília: ABCS, 2014.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 2005. 374 p.

FERREIRA, R. A. Maior Produção com Melhor Ambiente para Aves, Suínos e Bovinos. 3 ed. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 2019. 528p.

FORD, S.P.; VONNAHME, K.A.; WILSON, M.E. Uterine capacity in the pig reflects a combination of uterine environment and conceptus genotype effects. **Journal of Animal Science**. v.80, p.E66-E73, 2002

Goransson, L., 1990. The effect on late pregnancy feed allowance on the composition of the sow's colostrum and milk. **Acta Veterinaria Scandinavica** 31: 109-115.

GOURDINE JL, BIDANEL JP, NOBLET J & RENAUDEAU D. 2006. Effects of season and breed on the feeding behavior of multiparous lactating sows in a tropical humid climate. **Journal of Animal Science** 84(1): 469-480.

GREINER, Laura, et al. Evaluation of the optimal standardized ileal digestible threonine: lysine ratio in lactating sow diets. **Journal of animal science**, 2019, 97.7: 2972-2978.

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

HAESE, D.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; KILL, J.L.; SILVA, F.C.O.; SANTOS, F.A.; ABREU, M.L.T. Avaliação de rações de alta densidade nutricional para porcas em lactação no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1503-1508, 2010.

HANNAS, M.I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: SILVA, I.J.O. (Ed.) **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", p.1-33, 1999.

Hansen AV, Strathe AB, Kebreab E, France J, Theil PK. Previsão da produção e composição do leite em porcas em lactação – Uma abordagem Bayesiana. **Revista de Ciência Animal**. 2012;90:2285–2298. DOI: 10.2527/jas.2011-4788

HARTSOCK TG & GRAVES HB. 1976. Neonatal behavior and nutrition-related mortality in domestic swine. **Journal of Animal Science** 42: 235-241.

HURLEY, W. L. Mammary gland growth in the lacting sow. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 70, n. 1, p. 149-157, 2001.

HURLEY, W.L. Composition of sow colostrum and milk. **The Gestating and Lactating Sow**, [S.L.], p. 193-230, jan. 2015. Wageningen Academic Publishers.
http://dx.doi.org/10.3920/978-90-8686-803-2_9.

HUYNH T. T. T.; AARNINK A. J. A.; SPOOLDER H. A. M.; VERSTEGEN M. W. A, and KEMP B. Effects of floor cooling during high ambient temperatures on the lying behavior and productivity of growing finishing pigs. *Trans ASAE*. (2004) 47:1773–82. doi: 10.13031/2013.17620.

JEPPESSEN LE. 1982. Teat-order in groups of piglets reared on an artificial sow. I. Formation of teat-order and influence of milk yield on teat preference. **Appl Anim Ethology** 8: 335-345.

JUSTINO, E. et al. The impact of evaporative cooling on the thermoregulation and sensible heat loss of sows during farrowing. **Engenharia Agrícola**, v.34, p.1050-1061, 2014.
Available from: <Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010069162014000600003&script=sci_arttext&tlng=pt>. Accessed: May, 15, 2019. doi: 10.1590/S0100-69162014000600003. »
<https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000600003>. »
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010069162014000600003&script=sci_arttext&tlng=pt

JUSTINO, E.; NÄÄS, I. A.; CARVALHO, T. M. R.; SALGADO, D. A. 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**, v. 67, n. 2, p. 455-464, 2015.

Kiefer, C.; Martins, L. P. and Fantini, C. C. 2012. Evaporative cooling for lactating sows under high ambient temperature. **Revista Brasileira de Zootecnia** 41:1180-1185.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000500015>.
 » <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000500015>

Kim SW, Hurley WL, Han IK, Easter RA. Crescimento de leitões em relação às características das glândulas mamárias amamentadas. **Revista de Ciência Animal**. 2000;78:1313– 1318.

Klaver, J., Van Kempen, G.J.M., De Lange, P.G.B., Verstegen, M.W.A. and Boer, H., 1981. Milk composition and daily yield of different milk components as affected by sow condition and lactation/feeding regimen. **Journal of Animal Science** 52: 1091-1097.

Klobasa, F., Werhahn, E. and Butler, J.E., 1987. Composition of sow milk during lactation. **Journal of Animal Science** 64: 1458-1466.

Kyriazakis, I. and Whittemore, C. T. 2006. Whittemore's science and practice of pig production. 3rd ed. Blackwell Publishing, Oxford, UK.

LE BLANC J & MOUNT LE. 1968. Effects of noradrenaline and adrenaline on oxygen consumption rate and arterial blood pressure in the newborn pig. **Nature** 217: 77-78.

LEE, I.; SASE, S.; SUNG, S. Evaluation of CFD Accuracy for the Ventilation Study of a Naturally Ventilated Broiler House. Japan Agricultural Research Quarterly, v.41, n.1, p.53-64, 2007.

LIMA, J. A. F.; OLIVEIRA A. I. G.; FIALHO, E. T. **Produção de Suínos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. 199 p. (FAEPE - Curso de Pós-Graduação "Latu Sensu").

Lontoc CAA, Punay LCL, Cajano PJ, Vega RS (2018) Comparative performance of sows housed with and without evaporative cooling system at temperature humidity index of 73-83. **Philippine J Vet Anim Sci** 42:77–84

LUCY, M. C.; SAFRANSK, T. J. Heat stress in pregnant sows: Thermal responses and subsequent performance of sows and their offspring. *Molecular Reproduction and Development*, v.84, p.1-11, 2017. Available from: <Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mrd.22844> >. Accessed: Out, 19, 2022. doi: 10.1002/mrd.22844.
 » <https://doi.org/10.1002/mrd.22844>.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mrd.22844>.

MALMKVIST, J. et al. Influence of thermal environment on sows around farrowing and during the lactation period. **Journal of Animal Science**, v.90, p.3186-3199, 2012. Available from: <Available from: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/90/9/3186/4701725/> >. Accessed: Out, 14, 2022. doi: 10.2527/jas.2011-4342.

» <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4342>.» <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/90/9/3186/4701725>

MARCATTI NETO, A. Efeito da uniformização de leitegadas no desempenho de leitões lactentes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.38, p.413-427, 1986.

MARTINS TDD, COSTA AN, SILVA JHV, VALENÇA RMB & LUDKE JV. 2008. Postura e comportamento lactacional de matrizes suínas mantidas sob condições de temperatura ambiente elevada. **Biotemas** 21(4): 137-145.

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

Martins, T.D.D.; Silva, J.H.V.; Brasil, L.H.A.; Valença, R.M.B.; Souza, N.M. Produção e composição do leite de porcas híbridas mantidas em ambiente quente. **Ciência Rural**, 37(4): 1079-1083, 2007.

MILLIGAN, B.N.; FRASER, D.; KRAMER, D.L. Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**. v.73, p.179-191, 2001b.

MILLIGAN, B.N.; FRASER, D.M.S.; KRAMER, D.L. The effect of littermate weight on survival, weight gain, and suckling behavior of low-birth-weight piglets in cross-fostered litters. **Journal of Swine Health and Production**. v.9(n.4), p.161-166, 2001a.

MILLIGAN, Barry N.; FRASER, David; KRAMER, Donald L. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. **Livestock Production Science**, v. 76, n. 1, p. 181-191, 2002.

MONTEIRO, D. P. Assistência ao parto: cuidados com recém nascido. **Revista Suínos & Cia.**, n. 34, p. 62-65, 2010.

MORALES, O.E.S.; GONÇALVES, M.A.D.; STORTI, A.A. **Effect of different systems for the control of environmental temperature on the performance of sows and their litters**. Acta Sci. Vet., v.41, p.1-8, 2013. MOREIRA, RENNAN H.R. et al. Season effects on the suckling behavior of piglets. Anais da Academia Brasileira de Ciências [online]. 2020, v. 92, n. 3 [Accessed 11 November 2022] , e20190155. Available from: <<https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190155>>. Epub 12 Oct 2022. ISSN 1678-2690. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190155>.

Moreira RHR, Pérez Palencia JY, Moita VHC, Caputo LSS, Saraiva A, Andretta I, Ferreira RA, de Abreu MLT. Variability of piglet birth weights: A systematic review and meta-analysis. **J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)**. 2020 Mar;104(2):657-666. doi: 10.1111/jpn.13264. Epub 2012 Oct 23. PMID: 31872554.

NEAL, M.; IRVIN, K.M. The effects of crossfostering pigs on survival and growth. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 41-46, 1991.

Nielsen OL, Pedersen AR, Sørensen MT. Relações entre a taxa de crescimento do leitão e o tamanho da glândula mamária da porca. **Ciência da Produção Pecuária**. 2001;67:273-279. DOI: 10.1016/S0301-6226(00)00197-4

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 12, p. 3352-3359, 1989.

O'GRADY, J. F.; LYNCH, P. B.; KEARNEY, P. A. Voluntary feed intake by lactating sows. **Livestock Production Science**, v. 12, p. 355-365, 1985.

Oliveira, A. C. F.; Vanelli, K.; Sotomaior, C. S.; Weber, S. H. and Costa, L. B. 2019. Impacts on performance of growing-finishing pigs under heat stress conditions: a meta-analysis. *Veterinary Research Communications* 43:37-43. <https://doi.org/10.1007/s11259-018-9741-1>» <https://doi.org/10.1007/s11259-018-9741-1>.

OZAWA, M.; HIRABAYASHI, M.; KANAI, Y. Developmental competence and oxidative state of mouse zygotes heat-stressed maternally or in vitro. **Reproduction**, v. 124, n. 5, p. 683-689, 2002.

Pandorfi H; Da Silva I.J.O; Carvalho J.L; e Piedade S.M.S. 2006. Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas, com ênfase no bem-estar animal na fase de gestação. **Eng Rural** 17: 1-10.

PAROIS S. P.; CABEZÓN F. A.; SCHINCKEL A. P; JOHNSON J. S.; STWALLEY R. M and MARCHANT-FORDE J. N (2018) Effect of Floor Cooling on Behavior and Heart Rate of Late Lactation Sows Under Acute Heat Stress. *Front. Vet. Sci.* 5:223. doi: 10.3389/fvets.2018.00223.

PERIN, J. et al. Evaporative snout cooling system on the performance of lactating sows and their litters in a subtropical region. **Ciência Rural**, v.46, p.342-347, 2016. Available from: <Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782015005041693&script=sci_arttext>. Accessed: Oct, 18, 2022. doi: 10.1590/0103-8478cr20141693. » <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141693>.» http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782015005041693&script=sci_arttext

Prunier, A., Messias de Bragança, M. and Le Dividich, J., 1997. Influence of high ambient temperature on performance of reproductive sows. **Livestock Production Science** 52: 123-133.

QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 63-70, 2002.

QUINIOU, N.; NOBLET, J. Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 8, p. 2124-2134, 1999.

Rapp, C.; Morales, J. Effect of trace mineral type in sow diets on colostrum and milk composition and piglet growth rate. **Journées de la Recherche Porcine en France**, 50: 145-146, 2018.

RENAUDEAU, D.; ANAIS, C.; NOBLET, J. Effects of dietary fiber on performance of multiparous lactating sows in a tropical climate. **Journal of Animal Science**, Penicik, v. 81, p. 717-725, 2003.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; DE BASILIO, V.; GOURDINE, J.L.; COLLIER, R.J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v. 6, p. 707-728, 2011.

RENAUDEAU, D.; GOURDINE, J. L.; ST-PIERRE, N. R. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 7, p. 2220-2230, 2011.

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**, Penicuik, v. 79, n. 6, p. 1540-1548, 2001.

RENAUDEAU, D.; NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y. Effect of ambiente temperature on mammary gland metabolism in lactating sows. **Journal of Animal Science**, Penicuik, v. 81, p. 217-231, 2003.

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**, Penicuik, v. 79, p. 1240–1249, 2001.

Ribeiro, B. P. V. B.; Lanferdini, E.; Palencia, J. Y. P.; Lemes, M. A. G.; Abreu, M. L. T.; Cantarelli, V. S. and Ferreira, R. A. 2018. Heat negatively affects lactating swine: A meta-analysis. **Journal of Thermal Biology** 74:325-330.

<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.04.015>

» <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.04.015>.

RIGO, E. J.; ANTUNES, R. C.; MUNDIM, A. V.; GONÇALVES, F. C.; GUIMARÃES, E. C.; MATTOS NASCIMENTO, M. R. B. Efeito de dois sistemas de resfriamento sobre os hormônios tireoidianos e as variáveis termofisiológicas de matrizes suínas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1853-1860, 2019.

Rigo, E.J., Nascimento, M.R.B. Mattos, & Silva, N.A.M.. (2019). Desempenho e termorregulação de porcas lactantes alojadas em diferentes localizações no interior de um galpão com sistema de resfriamento evaporativo em ambiente tropical. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 71(5), 1750-1758. Epub October 28, 2022. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11370>.

ROBERT, S.; MARTINEAU, G. P. Effect of repeated cross-fosterings on preweaning behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 88-93, 2001.

RODRIGUES, N. E. B. **Uso de rações modificadas para suínos em terminação mantidos em ambiente de conforto ou de calor**. 2011. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

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.

ROMANINI, C.E.B.; TOLON, Y.B.; NÄÄS, I.A. ; MOURA, D.J. Physiological and productive responses of environmental control on housed sows. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.65, n.4, p.335-339, 2008.

ROSILLON-WARNIER A & PAQUAY R. 1984. Development and consequences of teat-order in piglets. **Applied Animal Behaviour Science** 13: 47-58.

Ross JW, Hale BJ, Seibert JT, Romoser MR, Adur MK, Keating AF, Baumgard LH. Physiological mechanisms through which heat stress compromises reproduction in pigs. *Mol Reprod Dev.* 2017 Sep;84(9):934-945. doi: 10.1002/mrd.22859. PMID: 28667793.

ROSS, J.W.; HALE, B.J.; GABLER, N.K.; RHOADS, R.P.; KEATING, A.F.; BAUMGARD, L.H. Physiological consequences of heat stress in pigs. **Journal Animal Production Science**, v. 55, p. 1381–1390, 2015.

SAAB, M. S. M.; CLÁUDIO, L. D. G. A cadeia produtiva de carne suína no Brasil. **Pork World**, v. 8, n. 49, 2010.

SAMPAIO, C. A. P. et al. Evaluation of the thermal environment in growing and finishing swine housing using thermal comfort indexes under tropical conditions. **Ciência Rural**, v.34, p.785-790, 2004. Available from: <Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782004000300020&script=sci_arttext>. Accessed: Out. 23, 2022. doi: 10.1590/S0103-84782004000300020. » <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000300020>.» http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782004000300020&script=sci_arttext

SARAIVA, E.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de Proteína Bruta em Rações para Suínos Machos Castrados em Fase Inicial de Crescimento, mantidos em Ambiente de baixa temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1690-1696, 2003.

Schoenherr, W.D., Staley, T.S. and Cromwell, G.L., 1989. The effects of dietary fat or fiber addition on yield and composition of milk from sows housed in a warm or hot environment. **Journal of Animal Science** 67: 482-495.

Seelenbinder KM, Zhao LD, Hanigan MD, Hulver MW, McMillan RP, Baumgard LH, Selsby JT, Ross JW, Gabler NK, Rhoads RP. Effects of heat stress during porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection on metabolic responses in growing pigs. **Journal of Animal Science**. 2018 Apr 14;96(4):1375-1387. doi: 10.1093/jas/sky057. PMID: 29474563; PMCID: PMC6140946.

Silva AMPS da, Kiefer C, Nascimento KMR de S, et al. Effects of negative pressure and directed ducted cooling systems on the performance of lactating sows. **Rev Bras Zootec.** 2022;51. doi:10.37496/rbz5120200275.

SILVA, B. A. N. et al. Effects of dietary protein concentration and amino acid supplementation on the feeding behavior of multiparous lactating sows in a tropical humid climate. **Journal of Animal Science**, Penicik, v. 87, p. 2104–2112, 2009.

SILVA, B.A.N.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERNANDES, H.C.; ABREU, M.L.T.; NOBLET, J.; NUNES, C.G.V. Effect of floor cooling on performance of lactating sows during summer. **Livestock Science**, v. 105, p. 176-184, 2006.

SILVA, M. L. F.; LIMA, J. A. F.; CANTARELLI, V. S.; AMARAL, N. O.; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T. Probióticos e antibióticos como aditivos para

matrizes e leitões na fase de creche. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2453-2459, 2010.

SOUZA, L. P. Comportamento e desempenho de leitões leves submetidos à uniformização com leitões de pesos distintos. 71f. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2010.

SOUZA, A. V. ; SILVA, T. O. ; ABREU, M. T. ; MESQUITA, N. F. ; FERREIRA, R. A. . **Quanto custa o estresse por calor na produção de aves e suínos?**. REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME , v. 17, p. 8647-8653, 2020.

SPINKA M, ILLMANN G, JONGE F, ANDERSSON M, SCHUURMAN T & JENSEN P. 2000. Dimensions of maternal behaviour characteristics in domestic and wild x domestic crossbred sows. **Applied Animal Behaviour Science** 70(2): 99-114.

STRATHE, A. V.; BRUUN, T. S.; HANSEN, C. F. Sows with high milk production had both a high feed intake and high body mobilization. **Animal**, v. 11, n. 11, p. 1913–1921, 2017.

Theil PK, Sejrsen K, Hurley WL, Labouriau R, Thomsen B, Sørensen MT. Papel da amamentação na regulação da renovação celular e início e manutenção da lactação em glândulas mamárias individuais de porcas. **Revista de Ciência Animal**. 2006;84:1691–1698. DOI: 10.2527/jas.2005-518

Theil, P.K.; Hurley, W.L. The protein component of sow colostrum and milk. In: Gigli, I. **Milk proteins: from structure to biological properties and health aspects**. Rijeka: IntechOpen, 2016. p.183-198.

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>.

TOWN, S. C. et al. Number of conceptuses in utero affects porcine fetal muscle development. **Reproduction**, v. 128, n. 4, p. 443-454, 2004..

TRAYHURN P, TEMPLE NJ & VAN AERDE J. 1989. Evidence from immunoblotting studies on uncoupling protein that brown adipose tissue is not present in the domestic pig. **Can J Physiol Pharmacol** 67: 1480-1485.

VALROS AE, RUNDGREN M, ŠPINKA M, SALONIEMI H, RYDHMER L & ALGERS B. 2002. Nursing behaviour of sows during 5 weeks lactation and effects on piglet growth. **Applied Animal Behaviour Science** 76(2): 93-104.

VIEIRA, Paula Borges. **Características termorreguladoras no início da gestação e índices reprodutivos de matrizes suínas de diferentes ordens de parto**. 2012. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

WEGNER, K.; LAMBERTZ, C.; DAŞ, G.; REINER, G.; GAULY, M. Climatic effects on sow fertility and piglet survival under influence of a moderate climate. **Animal**, v. 8, n. 9, p. 1526-1533, 2014.

WILLIAMS, A. M. et al. Effects of a controlled heat stress during late gestation, lactation, and after weaning on the thermoregulation, metabolism, and reproduction of primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v.91, p.2700-2714, 2013. Available from: <Available from: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/91/6/2700/4717212/> >. Accessed: Oct, 20, 2022. doi: 10.2527/jas.2012-6055.
» <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6055>.» <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/91/6/2700/4717212/>.

WOLOSZIN, N. **Procedimentos básicos para a produção de suínos nas fases de reprodução, maternidade e creche**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Documentos, 100, 2005. 61p.

ZHAO, Y.; FLOWERS, W.L.; SARAIVA, A.; YEUM, K.J.; KIM, S.W. Effect of heat stress on oxidative stress status and reproductive performance of sows. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 2, p. 108, 2011.