



NATÁLIA VALENTINA GERVÁSIO DA SILVA

**RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS DE LEITÕES SOB
DIFERENTES DESAFIOS TÉRMICOS**

LAVRAS – MG

2019

NATÁLIA VALENTINA GERVÁSIO DA SILVA

**RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS DE LEITÕES SOB DIFERENTES
DESAFIOS TÉRMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso a apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Zootecnia para a obtenção do título de Bacharel.

Prof.^a Dr.^a Giselle Borges de Moura

Orientadora

Prof. Dr. Danton Diego Ferreira

Coorientador

LAVRAS – MG

2019

NATÁLIA VALENTINA GERVÁSIO DA SILVA

**RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS DE LEITÕES SOB DIFERENTES
DESAFIOS TÉRMICOS**

**BEHAVIOR RESPONSES OF PIGLETS UNDER DIFFERENT THERMAL
CHALLENGES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Zootecnia para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 19 de junho de 2019.

Prof.^a Dr.^a Giselle Borges de Moura UFLA

Prof.^a Dr.^a Jaqueline de Oliveira Castro UFLA

Prof. Dr. Danton Diego Ferreira UFLA

MSc. Jacqueline Cardoso Ferreira UFLA

Prof.^a Dr.^a Giselle Borges de Moura

Orientadora

Prof. Dr. Danton Diego Ferreira

Coorientador

LAVRAS – MG

2019

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Nédina, por ter acreditado e confiado em mim. Por sempre estar do meu lado e pelo amor incondicional. Se sou a mulher que sou hoje, devo tudo a você.

Ao meu pai, o “Homem Pássaro” Geraldo Magela, por ter apoiado minhas decisões, pelo carinho e amor. Sempre me ensinando o valor do conhecimento, de ter coragem e encarar o mundo de frente.

Aos meus irmãos, Ariane e Ariel pelo amor, amizade e apoio incondicional. “Minha melhor ponte com o passado, e possivelmente quem vai sempre mesmo me apoiar no futuro”. Meu coração é de vocês.

Ao meu padrinho Geraldo e minha madrinha Elizabeth por serem os pais que meus pais escolheram para mim. Pela torcida, amor e tudo que fizeram pela minha família e por mim. Sou eternamente grata.

A minha orientadora, Giselle, pela amizade, ensinamentos, paciência, inúmeras oportunidades nas quais sou muito grata e confiança em mim depositada. Meu maior exemplo e inspiração de amor a profissão.

A professora Jaqueline pelos conselhos, conhecimento e amizade. Ao professor Danton por todo o conhecimento e paciência ao longo dos projetos executados. A Jacqueline por ter tanto me ajudado no desenvolvimento desse trabalho.

Ao CONBEAP pelo desenvolvimento acadêmico, pessoal e pela oportunidade de poder crescer junto com o grupo.

A minha família de Lavras: Livia, Thalita, Victória, Isabela, Pedro, Diana, Thalles, Gabriel, Vitor, Letícia, Flávio, Luis Felipe, Ana Beatriz, Ana Paula, João Vitor e Mateus, pelas horas de café, cerveja, boa conversa, carinho e todos os momentos vividos juntos.

Aos meus companheiros da turma 2013/2 de Zootecnia e outros amigos da UFLA que fizeram parte da minha trajetória pessoal e acadêmica. Aos amigos de Belo Horizonte e de outras cidades do Brasil, por sempre se manterem presentes mesmo com a distância.

A Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Zootecnia e o Departamento de Engenharia e seus profissionais pela formação, conhecimento compartilhado e estrutura para a realização deste e outros trabalhos. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica.

*“Se cheguei até aqui foi porque me
apoei no ombro dos gigantes.”*

Isaac Newton

RESUMO

A espécie suína tem capacidade de expressar de diversas formas seu comportamento frente ao estresse, seja ele de qualquer natureza. Para otimização do processo produtivo, vem crescendo o emprego de diferentes técnicas na avaliação do ambiente e bem-estar dos animais com a utilização do próprio animal como sensor para avaliar tais parâmetros. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de leitões em diferentes condições térmicas por meio da análise visual de imagens. Analisou-se 48 horas de comportamento de 12 leitões em idade de creche submetidos a condições de conforto e desconforto térmico por calor. As imagens foram analisadas visualmente minuto a minuto, e observados seis comportamentos: presença no comedouro, presença no bebedouro, interação agonista, interação positiva, atividade exploratória e ócio. O *software* RStudio® foi usado para a classificação dos diferentes grupos através do Agrupamento Hierárquico Aglomerativo (AHA) e calculado o Coeficiente de Correlação Cofenético (CCC), que é um coeficiente que determina se o agrupamento resultante das diferenças e semelhanças dos dados foi adequado. Quando submetidos a condição de estresse térmico, os animais apresentaram maior frequência de ócio e menores frequências dos outros comportamentos em relação a situação de conforto. Ao agrupar os comportamentos observados, o AHA classificou separadamente as condições de conforto e desconforto térmico, e ao classificar as temperaturas dentro dos comportamentos, o comportamento de ócio destacou-se dos demais observados. Foi encontrado um CCC para o agrupamento dos comportamentos e das temperaturas nos valores de 0.83 e 0.98 respectivamente. O Agrupamento Hierárquico Aglomerativo foi satisfatório ao classificar o comportamento dos animais e as situações de conforto e desconforto térmico aplicadas, se mostrando uma ferramenta eficiente para análise de comportamentos de leitões em fase de creche e diferentes temperaturas ambientes.

Palavras-chave: Ambiência. Comportamento animal. Leitões. Estresse térmico. *Cluster analysis*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática das zonas térmicas ambientais sem escala.....	13
Figura 2 - Vista aérea (a) e croqui (b) da instalação experimental para a produção de suínos. ..	17
Figura 3 - Interface do <i>software</i> GV-Remote ViewLog e a imagem do vídeo obtido dos animais.	19
Figura 4 - Frequências dos comportamentos nas diferentes condições térmicas.	21
Figura 5 - Dendograma dos comportamentos agrupados dentro de cada temperatura ambiente.23	
Figura 6 - Dendograma das temperaturas agrupadas dentro de cada comportamento.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aplicação dos tratamentos durante o período do experimento.	18
Tabela 2 - Agrupamento dos comportamentos em função dos horários do dia em que foram aplicados.....	18
Tabela 3 - Etograma de trabalho para a avaliação do comportamento dos animais.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO	11
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1	PANORAMA DA SUINOCULTURA	12
3.2	RESPOSTA ANIMAL AO AMBIENTE TÉRMICO	12
3.4	AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO AGLOMERATIVO	15
4	MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1	INSTALAÇÃO	17
4.2	ANIMAIS E EQUIPAMENTOS	18
4.3	OBSERVAÇÃO DO COMPORTAMENTO	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1	ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS LEITÕES	21
5.2	AGRUPAMENTO DOS COMPORTAMENTOS E DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS	22
6	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O animal tem a capacidade de reagir de diversas formas em relação as condições do ambiente em que estão submetidos. Essas reações podem ser expressas por parâmetros fisiológicos ou do comportamento do animal.

O ambiente é o fator que mais influência essa expressão, sendo que, quando o ambiente não está adequado, o animal altera a sua fisiologia para adaptar a essa situação, demandando energia que poderia ser usada para a produção para a manutenção da sua temperatura corporal. O controle de variáveis como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento em uma instalação, devem ser feitos para que o conforto térmico do animal seja atendido, não comprometendo assim sua produção e bem-estar.

Nesse contexto, o estudo do comportamento animal pode ser uma ferramenta útil para caracterização do ambiente térmico no qual estão submetidos, levando ao desenvolvimento de técnicas não invasivas e mais eficientes para a avaliação do estado do animal, como análise de imagens, vocalização, câmeras de infravermelho e desenvolvimento de algoritmos de classificação.

O uso da análise visual do comportamento é uma técnica não invasiva para obtenção de informações do ambiente. Entretanto, requer uma metodologia eficaz de avaliação, para que os dados obtidos possam ser transformados em informações para a tomada de decisão. Para isso é necessário conhecer os comportamentos comuns da espécie avaliada.

Para a otimização dos dados avaliados, tem se usado diversas análises, dentre elas o Agrupamento Hierárquico Aglomerativo (AHA). Sendo este muito útil, uma vez que não se sabe previamente o comportamento desses dados e deseja-se estabelecer uma relação entre eles, por meio de algoritmos, sem rotulação prévia.

Nesse trabalho, o intuito foi usar o animal como um biossensor para identificar as situações nas quais eles foram submetidos, e analisar os comportamentos e condições térmicas a fim de se obter informações mais precisas para a tomada de decisão em um sistema de produção.

2 OBJETIVO

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de leitões em diferentes condições térmicas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I - Avaliar o comportamento de leitões em idade de creche submetidos ao conforto térmico e diferentes temperaturas de estresse térmico por calor.

II – Caracterizar por meio de dendogramas as diferentes condições térmicas aplicadas e comportamentos observados.

III – Avaliar a eficiência do Agrupamento Hierárquico Aglomerativo como ferramenta para relacionar essas variáveis.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PANORAMA DA SUINOCULTURA

A suinocultura é um dos setores de produção animal que mais cresce no Brasil, sendo o 4º maior produtor mundial com cerca de 3,7 milhões de toneladas produzidas em 2017, perdendo apenas para a China, União Europeia e Estados Unidos (ABPA, 2018). Os três maiores produtores mundiais de carne suína, foram responsáveis por cerca de 80% de todo o consumo mundial, sendo a carne suína a segunda carne mais consumida e produzida no mundo (GUIMARÃES *et al.*, 2017).

Ainda em relação a 2017, o Brasil destinou cerca de 18,5% da sua produção para o exterior, totalizando um volume de aproximadamente 700 mil toneladas, gerando uma receita de US\$ 1.626 milhões. Sendo os alojamentos de matrizes industriais maior que 2 milhões de unidades. (ABPA, 2018).

Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS, 2018) em 2015, o setor de produção de suínos gerou mais de 126 mil empregos diretos e mais de 900 mil empregos indiretos, configurando assim um setor de grande importância para a economia nacional, e uma produção significativa a âmbito internacional.

3.2 RESPOSTA ANIMAL AO AMBIENTE TÉRMICO

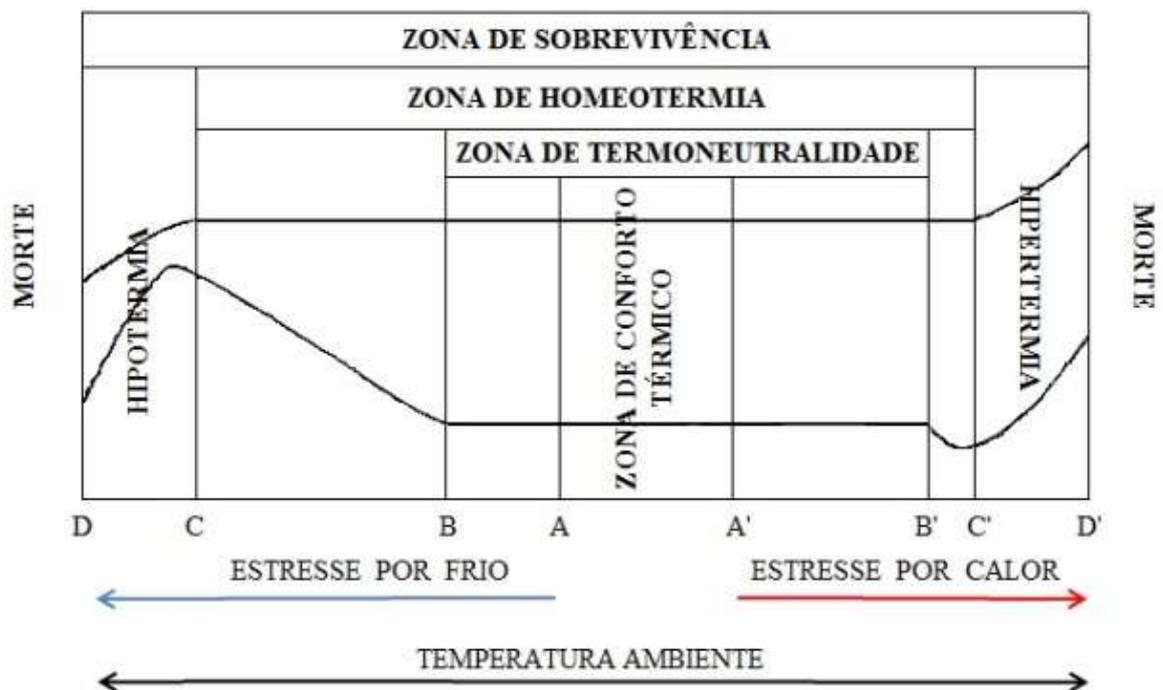
O Brasil é um país de grande extensão territorial, caracterizado por regiões onde se tem temperaturas altas e baixas comparado a faixa de conforto térmico dos animais (BORTOLANZA PADILHA *et al.*, 2017).

Os suínos são animais homeotérmicos, ou seja, eles mantêm a temperatura corporal constante dentro de uma determinada faixa de temperatura ambiente. Segundo Silva (2017), fatores como incidência de radiação solar, umidade relativa do ar, temperatura do ar, presença de sombra e circulação do ar são fatores que devem ser considerados em uma instalação para que o conforto térmico do animal seja atendido. Quando isso não acontece, esses fatores podem comprometer o bem-estar animal e levando-o a um quadro de estresse térmico (CASTRO *et al.*, 2017).

Essas alterações ambientais afetam todas as fases de produção. De acordo com Ferreira (2016), os animais usam de um conjunto de respostas biológicas para ajuste da homeotermia sendo elas: reações comportamentais, reações associadas ao sistema nervoso autônomo, reações neuroendócrinas e imunológicas.

A zona de conforto térmico ou zona de termoneutralidade (FIGURA 1), é a faixa de temperatura na qual os animais não necessitam ajustes fisiológicos e comportamentais para manutenção da temperatura corporal, e podem expressar seu melhor potencial produtivo (FERREIRA, 2016).

Figura 1 - Representação esquemática das zonas térmicas ambientais sem escala.



Fonte: COSTA (2016)

Os ajustes comportamentais acontecem quando o estímulo não é tão acentuado compreendido entre os pontos A e B e A' e B' caracterizados como zona de termoneutralidade. Para aumentar a dissipação ou produção de calor, os suínos apresentam comportamentos como evitar aglomeração ou se aglomerar, procurar sombra e vento ou locais com incidência solar, deitar em lâminas d'água ou áreas mais aquecidas da instalação (CECCHIN *et al.*, 2016; FERREIRA, 2016; KIEFER *et al.*, 2009; PANDORFI *et al.*, 2004).

Caso a temperatura do ambiente aumente ou diminua acentuadamente, o animal entra na zona de homeotermia entre os pontos B e C e B' e C', acionando mecanismos fisiológicos para a manutenção da temperatura corporal. Nesse caso pode-se observar aumento ou diminuição da frequência respiratória e cardíaca, alteração no consumo de ração, vasodilatação

ou vasoconstrição periférica, e trocas latentes de calor (FERREIRA, 2016; PANDORFI *et al.*, 2004; RODRIGUES, ZANGERONIMO e FIALHO, 2010).

Os pontos entre C e D, e C' e D' é a zona de sobrevivência, onde os mecanismos fisiológicos para a manutenção da temperatura corporal não são suficientes, e se não tomadas medidas urgentes, pode levar o indivíduo a morte (COSTA, 2006; FERREIRA, 2016).

As alterações neuroendócrinas são caracterizadas pelo aumento da circulação de glicocorticoides, hormônios da tireoide, hormônios do crescimento e proteínas associadas ao estresse (FERREIRA, 2016). Esses metabólicos promovem diminuição do metabolismo, aumento da dissipação do calor por forma latente, produção de glicose, uso e mobilização de substratos celulares e proteção da célula (FERREIRA, 2016; RODRIGUES, ZANGERONIMO e FIALHO, 2010).

Segundo Moura (2013), a faixa de conforto térmico para leitões em idade de creche (15 a 38 kg), varia de 18,5 a 26,7 °C. A zona de homeotermia compreende os valores abaixo de 4,5 °C e acima de 35 °C. Por terem o sistema termorregulatório pouco desenvolvido (FERREIRA, 2016), atender aos requisitos térmicos nessa fase faz com que o animal possa melhorar desenvolvimento, bem-estar e produção.

3.3 ANÁLISE DE IMAGENS PARA MONITORAMENTO ANIMAL

A utilização de métodos não invasivos para avaliação de diversas variáveis de resposta animal vem crescendo e a análise de imagens se apresenta como uma ferramenta eficiente para a classificação do comportamento e bem-estar na produção. O objetivo dela é usar o animal como biossensor e com os dados obtidos classificar seu comportamento, que pode ser ainda mais assertivo que os métodos convencionais (XIN e SHAO, 2002). Assim, pode-se observar as frequências de comportamentos como: comer, beber, interações com o ambiente ou com outros indivíduos, deitar, entre outros.

Algeri (2017) cita que para a obtenção de informações com base em imagens, para o processamento digital é necessário: a aquisição da imagem em um ambiente controlado onde só o objeto de estudo é capturado, pré-processamento, segmentação, reconhecimento e interpretação da informação. Diversos trabalhos vêm sendo feitos com o objetivo de desenvolver técnicas para a análise de imagens para monitoramento animal (BARNARD *et al.*, 2016; CORDEIRO, 2007; MATTHEWS *et al.*, 2016; PANDORFI, 2002; SCHIASSI *et al.*, 2015; SEVEGNANI *et al.*, 2005).

O monitoramento e captura de imagens são feitas por meio de dispositivos como câmeras nas instalações, que devem estar posicionadas de modo que se tenha uma visão ampla do ambiente e dos animais. O monitoramento deve ser feito por um determinado período tempo, para que se obtenha um número de dados suficientes para que a classificação do comportamento seja assertiva dentro do ambiente em que o indivíduo está inserido.

Segundo Frost, Schofield e Beulah (1997), quando o objeto de interesse são animais, as características visuais podem apresentar variação. Como os animais são seres vivos e não apresentam uma forma delimitada, a mobilidade e deformidade de imagem, faz com que as análises por meio de algoritmos computacionais possam apresentar algumas dificuldades.

A observação visual pode ser uma ferramenta eficaz e de baixo custo, que permite que a análise seja feita a qualquer hora, eliminando possíveis erros que podem ser cometidos pela avaliação direta e subjetiva, além da presença humana interferir no comportamento do animal (LAGO *et al.*, 2018). Segundo Sevegnani *et al.* (2005), existem muitos sistemas de monitoramento integrados disponíveis comercialmente para diversas espécies, mas o controle e monitoramento ainda são menos desenvolvidos quando comparados aos suínos.

Apesar de ser muito usada, a observação visual do comportamento pode apresentar alguns obstáculos. Fazer a análise por um período muito grande de tempo pode ser trabalhoso, exige mão de obra treinada, e ainda a elaboração de um etograma inadequado para a mensuração desse comportamento pode comprometer a avaliação final (GARCIA *et al.*, 2010).

3.4 AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO AGLOMERATIVO

O desenvolvimento científico, automatização de processos juntamente com o uso de diferentes tecnologias para obtenção de dados, resultou no aumento do banco de informações a serem analisadas. Motivação essa para o desenvolvimento e uso de diferentes sistemas para análise desses dados, afim de extrair informações úteis para o processo de tomada de decisão (METZ, 2006).

Quando o objetivo é avaliar simultaneamente diferentes variáveis em um conjunto de dados, pode ser utilizado a Análise Multivariada, sendo que suas técnicas são ajustadas de acordo com objetivo de cada pesquisa (ALVES, BELDERRAIN e SCARPEL, 2007)

Segundo Metz (2006), uma dessas técnicas é o Aprendizado de Máquina (AM) e seus processos conhecidos como Descoberta de Conhecimento de Base de Dados (*Knowledge Discovery in Databases – KDD*) objetivando extrair informações até então desconhecidas

visando otimizar processos como inteligência artificial, aprendizado de máquina, estatística, entre outros.

A mineração dos dados (*Data Mining*), por sua vez busca semelhanças e diferenças nesses dados sem rotular os dados previamente, ou seja, os próprios dados são usados como parâmetro para verificar a relação entre eles. As amostras são tomadas como um ponto no espaço das variáveis avaliadas e assim, calculada as distancias entre estes pontos para compor uma matriz de familiaridade entre os dados (MOITA NETO, 2008).

O agrupamento dos dados é uma das técnicas de *Data Mining*, onde usa algoritmos como referência em um determinado conjunto para a classificação em *clusters* (grupos). Segundo Kronbauer (2016) os *clusters* se diferenciam de acordo com o método que foi adotado para definição deles.

O agrupamento hierárquico gera uma sequência de partições aninhadas usando uma matriz de proximidade entre estes dados podendo ser ela aglomerativa ou divisiva. A abordagem aglomerativa usa dados isolados para criar um pequeno grupo, e assim formar grupos maiores (KRONBAUER, 2016).

O agrupamento pode ser representado por um diagrama de similaridade, denominado dendograma. As raízes desse dendograma são os grupos que foram formados pelos dados e os ramos são os seus elementos (DONI, 2004). Os grupos criados a partir das amostras quando próximos um do outro, compartilham valores semelhantes, logo, existe maior similaridade entre eles.

Os métodos de análise requerem uma medida de similaridade entre os dados. Segundo Doni (2004), a distância euclidiana é a medida onde em um espaço n-dimensional é utilizada uma distância geométrica para o agrupamento. Quanto maior a distância euclidiana entre os grupos, menor a possibilidade de os dados pertencerem a esses mesmos grupos (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2009)

Esse método de agrupamento foi utilizado para estudar diferenças genéticas em cultivares de feijão, variação espacial e temporal em irrigação, avaliar o comportamento de pintinhos, codornas e frangos de corte submetidos a estresse térmico (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008; DE CARVALHO *et al.*, 2017; FERRAZ *et al.*, 2017; CASTRO *et al.* 2017; SCHIASSI *et al.*, 2015).

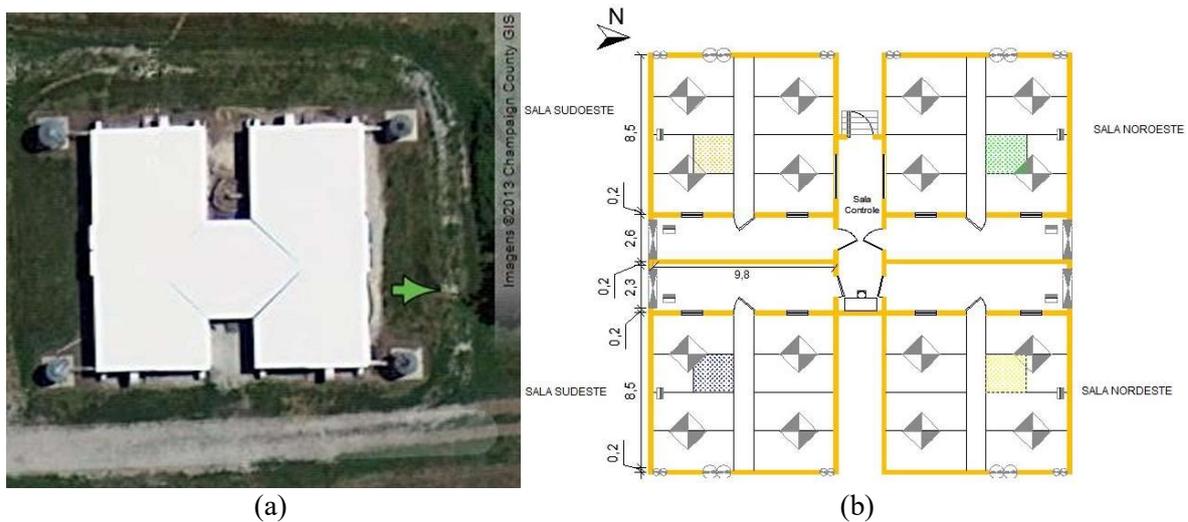
4 MATERIAL E MÉTODOS

O banco de dados utilizado no trabalho foi levantado por Moura (2013), com a aprovação do Comitê Institucional para Cuidados e Utilização de Animais em Experimentos (IACUC) da Universidade de Illinois, registrado sob o protocolo de número 11083.

4.1 INSTALAÇÃO

O experimento foi realizado durante os meses de junho e julho de 2011, na Unidade para Experimentação com Suínos localizada na região sul do Campus Urbana-Champaign da Universidade de Illinois (FIGURA 2), no estado de Illinois, Estados Unidos da América (MOURA, 2013).

Figura 2 - Vista aérea (a) e croqui (b) da instalação experimental para a produção de suínos.



Fonte: MOURA (2013)

A unidade experimental na qual os animais foram alojados possui quatro salas independentes que dispõe de painéis evaporativos na lateral da instalação, dois aquecedores, “inlets” instalados no teto das salas e exaustores para a sucção do ar (FIGURA 2). O piso da baia é ripado e sob ele há um fosso para o acúmulo dos dejetos. Toda a unidade experimental conta com paredes e forro construídos com material isolante.

A baia possui 2,16 m², respeitando a exigência mínima requerida para suínos aos 15kg em idade de creche de 0,18 m²/animal, e aos 30 kg, de 0,36 m²/animal (MOURA, 2013).

4.2 ANIMAIS E EQUIPAMENTOS

Foram observados doze leitões da linhagem mista de Landrace com Large-White com idade de seis semanas (15 kg a 38 kg em média), alojados em duas salas e baias distintas. Cada baia continha seis animais: três fêmeas e três machos. Os animais tiveram alimentação e água *ad libitum* durante todo o período.

Todo o período experimental teve duração de suas semanas, onde na primeira semana os animais passaram por sete dias de aclimatação e reestabelecimento da dominância nos grupos. Na aclimatação os animais foram submetidos as condições de conforto térmico (ACT) e moderado calor (ACMC) com um tempo de exposição de três horas.

Após esse período, os animais foram submetidos as condições de conforto (CT) e desconforto por calor (DT) em dias alternados durante seis dias, totalizando três dias em conforto e três dias em desconforto térmico (TABELA 1).

Tabela 1 - Aplicação dos tratamentos durante o período do experimento.

HORA	SEMANA 1		SEMANA 2	
	ACT (°C)	ACMC (°C)	CT (°C)	DT (°C)
08:00		29		26
11:00		31		28
14:00	27	33	24	30
17:00		35		32
20:00		27		34

Fonte: adaptado de MOURA (2013)

Neste trabalho, foram observados os comportamentos da semana dois, onde foi feita a escolha aleatória da condição térmica e da sala que seria analisada. Os dados selecionados foram agrupados em função do horário em que foram aplicadas as condições térmicas.

Tabela 2 - Agrupamento dos comportamentos em função dos horários do dia em que foram aplicados.

CONDIÇÃO TÉRMICA	T (°C)	HORÁRIO
CONFORTO	24	14:00 h – 16:59 h
	26	08:00 h - 10:59 h
	28	11:00 h - 13:59 h
DESCONFORTO	30	14:00 h - 16:59 h
	32	17:00 h - 19:59 h
	34	20:00 h – 22:59 h
	RESIDUAL	23:00 h - 07:59 h

Fonte: do autor (2019)

Foi estabelecido um aumento gradativo da temperatura em 2 °C e um tempo de exposição de três horas para cada temperatura de desconforto térmico (TABELA 2). Portanto, os animais não foram submetidos as condições de estresse térmico por períodos prolongados, e nem a temperaturas superiores a 35 °C.

Quando em conforto térmico (CT), foram selecionadas três horas que compreende o período intermediário, entre 14:00 h e 16:59 h no dia. Após as 23:00 h, os animais voltaram para a situação de conforto térmico (24 °C). Mas para avaliar qual o efeito que o desconforto térmico aplicado ao longo do dia teria nos comportamentos dos animais, esse período foi denominado RESIDUAL (TABELA 2).

Para a aquisição das imagens foi utilizado uma câmera instalada no teto, onde era possível visualizar toda a baia na qual os animais estavam alojados. O *software* GV-Remote ViewLog, V16.11.3.0 da empresa GeoVision, fabricante da placa de vídeo de aquisição dos dados, foi utilizado para a reprodução dos arquivos de vídeo (FIGURA 3).

Figura 3 - Interface do *software* GV-Remote ViewLog e a imagem do vídeo obtido dos animais.



Fonte: do autor (2019)

Para o registro do comportamento foi realizada a análise visual, onde a cada minuto o vídeo era pausado e as frequências de comportamento registradas. A frequência é a quantidade de vezes que um comportamento ocorre em um determinado tempo.

4.3 OBSERVAÇÃO DO COMPORTAMENTO

O etograma dos animais na fase de creche foi elaborado de acordo com seis comportamentos (TABELA 3) observados por Somavilla (2015).

Tabela 3 - Etograma de trabalho para a avaliação do comportamento dos animais.

CÓDIGO	COMPORTAMENTO OBSERVADO	DEFINIÇÃO DO COMPORTAMENTO
PC	Presença no comedouro	O animal se encontra com a cabeça dentro do comedouro, realizando ou não alimentação.
PB	Presença no bebedouro	O animal se encontra com a cabeça dentro do bebedouro consumindo ou não água
IA	Interação agonista	O animal expressa comportamentos agressivos com os outros animais. Esses podem ser perseguição e brigas.
IP	Interação positiva	Quando a animal interage de forma positiva com um ou mais animais, praticando ações como, morder, cabeçada, fuçar, brincar e outros comportamentos comuns da interação entre leitões.
OE	Comportamento exploratório	O animal apresenta o comportamento de explorar o ambiente, andando de cabeça baixa, com o focinho em contato com o chão ou com outros objetos da instalação, estando ele em pé ou em posição de decúbito ventral ou lateral.
CO	Comportamento de Ócio	O animal está imóvel em pé ou em posição de decúbito ventral ou lateral, dormindo, ou não está realizando nenhuma das atividades listadas anteriormente.

Fonte: do autor (2019)

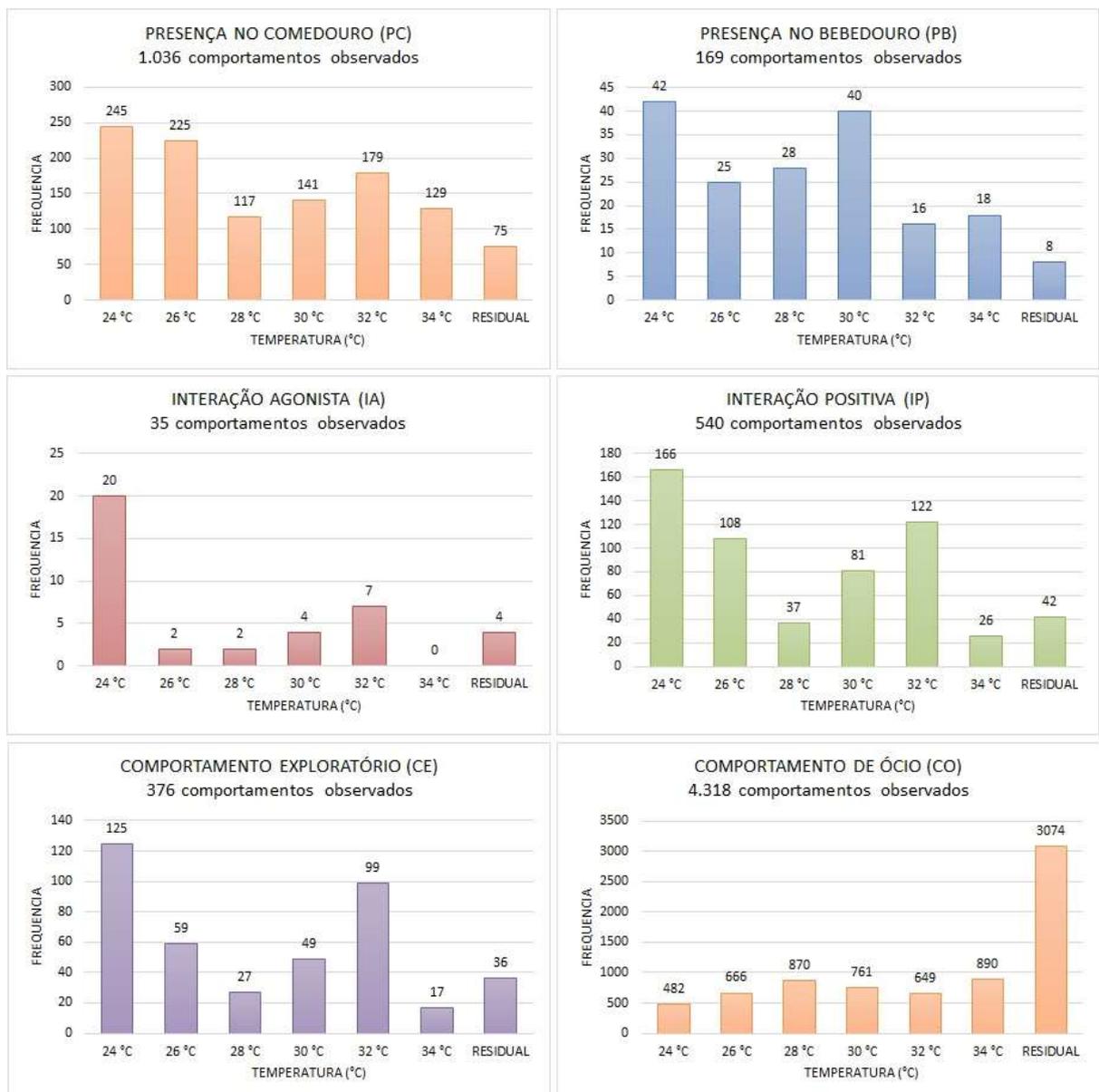
O programa RStudio® foi utilizado para classificar as variáveis pelo Agrupamento Hierárquico Aglomerativo (AHA) por meio do método de Ward com distância euclidiana. Pelo mesmo programa foi calculado o Coeficiente de Correlação Cofenético (CCC). O CCC é o coeficiente que determina se o agrupamento estará adequado, variando de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, melhor ajustado estão as matrizes de agrupamento (FERRAZ *et al.*, 2014).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS LEITÕES

Na Figura 4, estão representados os comportamentos (PC, PB, IA, IP, CE e CO) e suas frequências nas diferentes temperaturas aplicadas aos animais.

Figura 4 - Frequências dos comportamentos nas diferentes condições térmicas.



Fonte: do autor (2019)

A presença no comedouro (PB) diminuiu na medida em que a temperatura aumenta, sendo observado semelhanças para as duas situações, de desconforto, com temperaturas de 26 e 24 °C respectivamente. Resultado semelhante foi observado em um trabalho avaliando o

comportamento de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. Kiefer *et al.* (2009) observou que os animais passaram menos tempo comendo quando mantidos em um ambiente de estresse térmico a 31 °C, quando comparados aos animais mantidos a temperatura de 21 °C. Isso também foi observado no período residual, em que sua frequência foi menor quando comparado à situação de conforto térmico.

A frequência da presença no bebedouro (PB) foi maior aos 24 °C e 30 °C comparado às outras temperaturas. A diminuição desse comportamento em outras temperaturas observadas pode ser justificada pelo maior tempo em que o animal passou em ócio na tentativa de dissipação do calor corporal. Quando em desconforto térmico por calor, o animal prefere ficar em ócio do que ingerir água para regular sua temperatura nessa fase.

Foi observado uma diminuição na interação agonista (IA) à medida que a temperatura aumentava e aos 34 °C não foram observados comportamentos agressivos. Sommavilla (2015) observou que os suínos em fase de creche quando submetidos a ambientes estressantes, apresentam maiores frequências de comportamentos agressivos comparados a comportamentos exploratórios, que são comuns nessa fase de criação. Isso pode ser observado pela diminuição da frequência das interações positivas (IP) e exploratórias (CE) quando os animais estavam a 34 °C comparados a 24 °C.

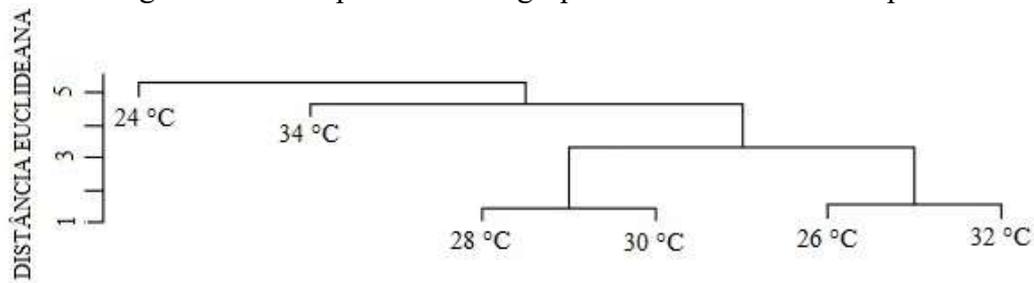
A frequência do comportamento de ócio (CO) foi maior que os demais comportamentos e maior quando em desconforto térmico. Isso pode ser explicado pelo fato de animais jovens, por ter uma maior área superficial, na tentativa de dissipar mais o calor corporal para o ambiente passarem mais tempo deitados e não expressando os outros comportamentos (SILVA, 2017).

Foi observado que no período residual, os animais diminuíram a frequência de seus comportamentos, com exceção do comportamento de ócio (CO). O ócio pode ter frequências altas tanto em conforto quanto em desconforto térmico. O período residual compreendia os horários da noite e quando as luzes estavam apagadas, fazendo com que esse comportamento fosse maior. Kiefer *et al.* (2009), avaliando o comportamento de suínos em fase de crescimento, observou que quando em desconforto térmico os animais passaram a maior parte do tempo dormindo e deitados.

5.2 AGRUPAMENTO DOS COMPORTAMENTOS E DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS

O *clustering* hierárquico classificou as diferentes condições térmicas em função dos comportamentos observados (FIGURA 5). O período RESIDUAL não foi considerado para o agrupamento pelo AHA.

Figura 5 - Dendograma dos comportamentos agrupados dentro de cada temperatura ambiente.



Fonte: do autor (2019)

Pode-se observar a formação de dois grandes *clusters* que foram as temperaturas de conforto (24 °C) e desconforto térmico (26 °C, 28 °C, 30 °C, 32 °C e 34 °C) aplicado aos animais. Isso significa que quando em desconforto térmico, os leitões apresentaram comportamento semelhantes pelo AHA, e esses se distinguem do comportamento apresentado na temperatura de conforto devido a maior distância Euclidiana entre eles.

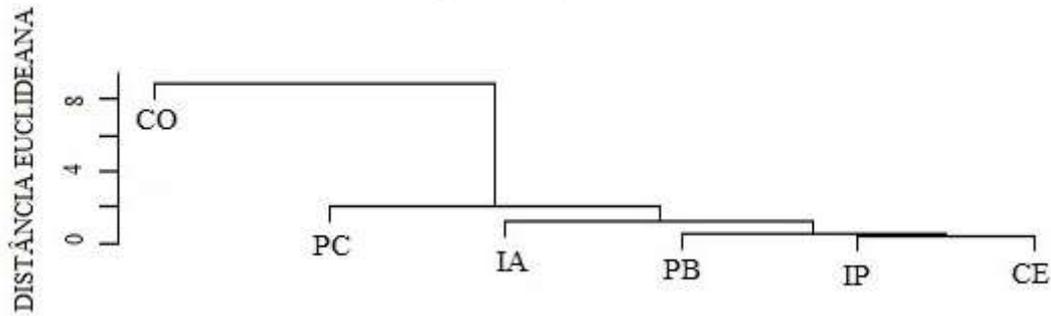
Avaliando o comportamento de codornas japonesas submetidas a diferentes temperaturas, Castro *et al.* (2017), observaram que o agrupamento hierárquico aglomerativo também classificou as temperaturas de 20 °C a 24 °C consideradas conforto para essa espécie, separadamente das temperaturas de 26 °C a 32 °C, onde as aves apresentaram comportamento de estresse.

Segundo os comportamentos, a temperatura de 26 °C se aproximou da temperatura de 32 °C, assim como as temperaturas de 28 °C e 30 °C. Essas temperaturas formam uma classe que se distingue da temperatura de 34 °C (FIGURA 5). Os animais passaram um período de 3:00 h sob cada temperatura de desconforto térmico, e entre 26 °C e 32 °C, os animais expressaram comportamentos diversos na tentativa de se adaptar a temperatura ambiente.

Quando os animais estavam nas temperaturas 26 °C, 28 °C, 30 °C e 32 °C, eles expressaram comportamentos em frequências semelhantes, nas quais foram possíveis classifica-los em um grupo separado. Estas estão entre as temperaturas de 24 °C, considerado conforto térmico e a de 34 °C, que foi a máxima temperatura aplicada. Para esse agrupamento foi encontrado um CCC de 0.83 que segundo Kopp *et al.* (2007), é considerado uma correlação satisfatória.

De acordo com a Figura 6, o AHA classificou os comportamentos exploratórios (CE) e a interação positiva (IP) em um mesmo ramo. Sommavilla (2015), identificou que os comportamentos de fuçar, brincar e explorar são comuns nessa fase de criação, tendo uma frequência considerada normal e expressa segurança no animal com o ambiente e consequentemente, ele está confortável.

Figura 6 - Dendograma das temperaturas agrupadas dentro de cada comportamento.



Legenda: Comportamento de ócio (CO); presença no comedouro (PC); interação agonista (IA); presença no bebedouro (PB); interação positiva (IP); comportamento exploratório (CE).

Fonte: do autor (2019)

A presença no bebedouro (PB) foi classificada em um ramo diferente, mas com distância muito próxima ao comportamento agonista (IA) e o comportamento exploratório (CE), significando que a que existe uma semelhança entre esses 3 comportamentos segundo as condições térmicas na qual foram submetidos. Kiefer *et al.* (2009) observaram que a frequência de acesso dos suínos ao bebedouro em pé, não se diferenciou nas condições de conforto e desconforto térmico

A interação agonista (IA) teve uma distância maior que os comportamentos abaixo dela e classificada em um grupo diferente. Como descrito por Hötzel e Machado Filho (2004), situações estressantes em suínos podem leva-los a comportamentos como atividade intensa, comportamentos anômalos e maiores frequências de agressões.

A presença no comedouro (PC) também teve uma distância maior dos outros comportamentos e foi classificada em um grupo distinto dos abaixo dele no dendograma. Avaliando o comportamento de suínos, Kiefer *et al.* (2009) observaram um menor consumo de alimento de suínos em fase de crescimento quando em desconforto térmico comparado a ambientes de conforto térmico.

O comportamento de ócio (CO) foi o que mais se distanciou dos outros comportamentos, sendo observado em maior frequência nas condições térmicas, o que poderia ser a causa dessa representação no dendograma.

Massari *et al.* (2015) observou uma correlação positiva e moderada entre o aumento da temperatura ambiente e o comportamento de deitar em suínos, e esta está relacionada intensa e negativamente com outros comportamentos observados. Isso pode ser explicado pelo fato do animal ao deitar, aumentar a sua superfície de contato com o chão na tentativa de dissipar o calor corporal. Para esse agrupamento foi encontrado um CCC de 0.98, que é um indicador de que a correlação foi satisfatória (CASTRO *et al.*, 2017).

6 CONCLUSÃO

Os animais apresentaram maior comportamento de ócio nas condições de conforto e desconforto térmico por calor. O efeito residual demonstrou características de aumento do ócio e redução dos outros comportamentos.

O AHA ao agrupar as temperaturas ambientes, o comportamento de ócio se destacou dos demais por ser um comportamento com maiores frequências observadas em todas as condições térmicas aplicadas. Ao classificar os comportamentos observados, o AHA agrupou separadamente as condições de conforto e desconforto térmico.

O Agrupamento Hierárquico Aglomerativo foi satisfatório ao classificar o comportamento dos animais e as situações de conforto e desconforto térmico aplicadas, se mostrando uma ferramenta eficiente para a classificação dessas variáveis.

REFERÊNCIAS

- ALGERI, Thiago. **Desenvolvimento de ferramenta não invasiva para dar subsídios na avaliação do bem-estar animal em aviários**. Master's Thesis. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.
- ALVES, L. B., BELDERRAIN, M. C. N., SCARPEL, R. A. **Tratamento multivariado de dados por análise de correspondência e análise de agrupamentos**. Anais do 13º encontro de iniciação científica e pós-graduação do ITA–XIII ENCITA. São José dos Campos, SP, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (ABCS). **Mapeamento da Suinocultura Brasileira**. Brasília, DF, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Relatório anual**. São Paulo, SP, 2016.
- BARNARD, S., CALDERARA, S., PISTOCCHI, S., CUCCHIARA, R., PODALIRI-VULPIANI, M., MESSORI, S., & FERRI, N. **Quick, accurate, smart: 3D computer vision technology helps assessing confined animals' behaviour**. PloS one, 11.7: e0158748. 2016.
- BORTOLANZA PADILHA, J., MICHELIN GROFF, P., ENDO TAKAHASHI, S., EINSFELD, S., ORTIZ ROSA, E., DE ANDRADE, M., JÚNIOR GERHARDS, S. **Importância do ambiente térmico em produção de suínos na fase de creche**. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, v. 18, n. 2, 2017.
- CARGNELUTTI FILHO, A., RIBEIRO, N. D., REIS, R. C. P. D., SOUZA, J. R. D., & JOST, E. **Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em cultivares de feijão**. Ciência Rural, 2138-2145, 2008.
- CARVALHO JÚNIOR, O. A. D., COUTO JÚNIOR, A. F., SILVA, N. C. D., MARTINS, É. D. S., CARVALHO, A. P. F. D., & GOMES, R. A. T. **Avaliação dos classificadores espectrais de mínima distância euclidiana e spectral correlation mapper em séries temporais NDVI-MODIS no campo de instrução militar de Formosa (GO)**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 61, n. 4, p. 399-412, 2009.
- CARVALHO, L. L. S., DE LACERDA, C. F., DE ANDRADE, E. M., LOPES, F.B., JÚNIOR, M. V., & DE CARVALHO, C. M. **Spatial variability and temporary quality well water in irrigation fields in region semiarid**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 11, n. 2, p. 1348, 2017.

CASTRO, J. D. O., YANANGI JÚNIOR T., FERRAZ, P. F. P., FASSANI, É. J. **Japanese laying quails behavior under different temperatures**. Energia na Agricultura, v. 32, n. 2, p. 141-147, 2017.

CECCHIN, D., CAMPOS, A. T., SCHIASSI, L., CRUZ, V. M. F., & SOUSA, F. A. **Índice fuzzy para o conforto térmico de suínos na fase de crescimento e terminação com base na temperatura superficial e frequência respiratória**. Revista Energia na Agricultura, v. 31, n. 4, p. 334-341, 2016.

CORDEIRO, M. B. **Análise de imagens na avaliação do comportamento, do bem-estar e do desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento**. 111f. PhD Thesis. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2007.

COSTA, A. R. **Características tricológicas e fisiológicas de bovinos da raça nelore submetidos a diferentes graus de sombreamento no cerrado brasileiro**. 51 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

DONI, M. V. **Análise de cluster: métodos hierárquicos e de particionamento**. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2004.

FERRAZ, P. F. P., YANAGI JUNIOR, T., LIMA, R. R. D., FERRAZ, G. A., & XIN, H. **Performance of chicks subjected to thermal challenge**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 52.2: 113-120. 2017.

FERRAZ, P.F.P., YANAGI JÚNIOR, T., ALVARENGA, T.A., REIS, G.M. & CAMPOS, A.T. **Behavior of chicks subjected to thermal challenge**. Engenharia Agrícola, v. 34, n. 6, p. 1039-1049, 2014.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016.

FROST, A. R.; SCHOFIELD, C. P.; BEAULAH, S. A. **A review of livestock monitoring and the need for integrated systems**. Computers And Eletronics In Agriculture, Silsoe, Bedford, UK, 17.2: 139-159, 1997.

GARCIA, H. A. C., FURTADO, C. E., SONCIN, M. R. S. P., DANIEL, F. W., WANDEMBRUCK, K. T., POLIZEL, V. P., & TORRECILHAS, J. A. **Interferência do**

intervalo de observação do etograma para determinação do comportamento de potros submetidos a início de cabrestamento e estabulagem. Agrarian, 3.8: 162-168. 2010.

GUIMARÃES, D. D., AMARAL, G. F., MAIA, G. B. D. S., LEMOS, M. L. F., ITO, M., & CUSTODIO, S. **Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, v. 1, n. 45, p.85-136, mar. 2017.

HÖTZEL, M. J., MACHADO FILHO, L. C. P. **Bem-estar animal na agricultura do século XXI.** Revista de etologia, v. 6, n. 1, p. 3-15, 2004.

KIEFER, C., MEIGNEN, B. C. G., SANCHES, J. F., & CARRIJO, A. S. **Resposta de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas.** Archivos de Zootecnia, v. 58, n. 221, p. 55-64, 2009.

KOPP, M. M., DE SOUZA, V. Q., COIMBRA, J. L. M., DA LUZ, V. K., MARINI, N., & DE OLIVEIRA, A. C. **Melhoria da correlação cofenética pela exclusão de unidades experimentais na construção de dendrogramas.** Revista da FZVA, 14.2. 2007.

KRONBAUER, A. M. M., FONTOURA, L. M.; WINCK, A. T. **Um estudo sobre Processos para avaliação de algoritmos de agrupamento de dados.** Revista ComInG-Communications and Innovations Gazette, v. 1, n. 1, p. 34-45, 2016.

LAGO, M. L. P., FRAGA, B. N., BARTMER, L. B., DA CRUZ BARZ, M., DA COSTA RIELLA, R., & CERON, M. S. **Etograma de suínos em crescimento e terminação aplicado em um banco de imagens.** Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 9.3, 2018.

MASSARI, J. M., CURI, T. M. R. C., MOURA, D. J., MEDEIROS, B. B., & SALGADO, D. D. **Características comportamentais de suínos em crescimento e terminação em sistema “wean to finish”.** Engenharia Agrícola, v. 35, n. 4, 2015.

MATTHEWS, S.G., MILLER, A.L., CLAPP, J., PLTZ, T. & KYRIAZAKIS, I. **Early detection of health and welfare compromises through automated detection of behavioural changes in pigs.** The Veterinary Journal, 217: 43-51, 2016

METZ, J. **Interpretação de clusters gerados por algoritmos de clustering hierárquico.** PhD Thesis. Universidade de São Paulo, 2006

- MOITA NETO, J. M. **Estatística multivariada: Uma visão didática-metodológica**. Crítica, X, v. 1, n. 1, p.1-13, jun. 2008.
- MOURA, G. B. **Vocalização de suínos em grupo sob diferentes condições térmicas**. PhD Thesis. Universidade de São Paulo. 2013.
- PANDORFI, H. **Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise de imagem e identificação eletrônica**. PhD Thesis. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 2002
- PANDORFI, H., SILVA, I. J., MOURA, D. J., & SEVEGNANI, K. B. **Análise de imagem aplicada ao estudo do comportamento de leitões em abrigo escamoteador**. Engenharia Agrícola, 24.2: 274-284, 2004.
- PEREIRA, D. F., NÄÄS, A., SALGADO, D. A., GASPAR, C. R., BIGHI, C. A., & PENHA, N. L. J. **Correlations among behavior, performance and environment in broiler breeders using multivariate analysis**. Brazilian Journal of Poultry Science, 9.4: 207-213, 2007.
- RODRIGUES, N. E. B., ZANGERONIMO, M. G., FIALHO, E. T. **Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico**. Revista Eletrônica Nutritime, v. 7, p. 1197-1211, 2010.
- SANTOS, T. C., CARVALHO, C. D. C. S., DA SILVA, G. C., DINIZ, T. A., SOARES, T. E., MOREIRA, S. D. J. M., & CECON, P. R. **Influência do ambiente térmico no comportamento e desempenho zootécnico de suínos**. Revista de Ciências Agroveterinárias, 17.2: 241-253. 2018.
- SCHIASSI, L., YANAGI JUNIOR, T., FERRAZ, P. F.P., CAMPOS, A. T., SILVA, G. E., & ABREU, L. H. **Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos**. Eng. Agríc. Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 390-396, 2015.
- SEVEGNANI, K. B., CAROR, I. W., PANDORFI, H., DA SILVA, I. J., & MOURA, D. J. D. **Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2005.
- SILVA, D. H. F. **Efeito da idade e período do dia sobre as variáveis fisiológicas de termorregulação de suínos**. 2 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

SOMMAVILLA, R. **Interação humano-animal na produção de suínos**. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

XIN, H.; SHAO, B. **Real-time assessment of swine thermal comfort by computer vision**. In: World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources, Proceedings of the 2002 Conference. American Society of Agricultural and Biological Engineers, p. 362, 2002.