

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE ARAGUAÍNA
CURSO DE ZOOTECNIA**

Flaviane dos Santos de Sousa

**USO DE TECNOLOGIAS PARA MELHOR APROVEITAMENTO NA PRODUÇÃO
ANIMAL**

ARAGUAÍNA (TO)

2021

Flaviane dos Santos de Sousa

USO DE TECNOLOGIAS PARA MELHOR APROVEITAMENTO NA PRODUÇÃO
ANIMAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à UFT – Universidade
Federal do Tocantins – Campus
Universitário de Araguaína para obtenção
do Título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. João Vidal de
Negreiros Neto

ARAGUAÍNA (TO)

2021

FLAVIANE DOS SANTOS DE SOUSA

USO DE TECNOLOGIAS PARA MELHOR APROVEITAMENTO NA PRODUÇÃO
ANIMAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Zootecnia, foi avaliado para a obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia e aprovado em sua forma final pelo Orientador (a) e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação: 8 de Dezembro de 2021

Banca examinadora:



Prof.(a) Dr.(a)< João Vidal de Negreiros Neto > Orientador (a), UFT



Prof.(a) Dr.(a)< Suzana Queiroz Santos Mello > Examinador (a), UFT



Prof.(a) Dr.(a)< Roberta Gomes Marçal Vaz > Examinador (a), UFT

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S725u Sousa , Flaviane dos Santos de .
 USO DE TECNOLOGIAS PARA MELHOR APROVEITAMENTO
 NA PRODUÇÃO ANIMAL . / Flaviane dos Santos de Sousa . –
 Araguaína, TO, 2021.
 33 f.

 Artigo de Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
 Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2021.

 Orientador: João Vidal De Negreiros Neto

 1. Bem-estar animal. 2. Conforto. 3. Tecnologias . 4.
 Conectividade. I. Título

CDD 636

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, por toda a força que me deu nessa jornada de estudos, também à minha família que sempre me apoiaram, acreditaram e não mediram esforços para que eu concluísse meu curso, e aos meus amigos e colegas, os quais foram de grande importância nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado saúde, força, ânimo, e perseverança para conseguir enfrentar as dificuldades que apareceram ao longo do curso e não desistir. Pelo cuidado, e por se fazer presente a todo momento de minha vida sempre guiando meus passos e iluminando meus caminhos, além de todas as bênçãos, proteção e sabedoria.

À toda a minha família por sempre acreditarem em mim, no meu potencial e por sempre me incentivarem aos estudos.

As amigadas antigas e as novas que o curso me proporcionou, que sempre estiveram comigo durante esses anos e tornaram esse tempo especial, através de boas risadas, conversas e conselhos.

Ao meu professor e orientador, Professor Dr. João Vidal de Negreiros Neto, que prontamente se interessou e se dispôs a me auxiliar orientando e incentivando em todos os momentos, tornando possível a execução deste trabalho. Agradeço pela importância, confiança depositada em mim, e pela paciência e disponibilidade.

E também à todos os professores do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, por todo esforço, dedicação e conhecimentos repassados ao longo do curso, vocês foram peças fundamentais para minha formação pessoal e profissional.

E a todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

A produção animal no Brasil tem uma importância econômica e social considerável e está atualmente apresentando um crescimento expressivo, o que estimula algumas mudanças para otimizar os sistemas de produção, a reduzir perdas, a ter mais eficiência, mais praticidade, e para para isso tem se procurado algumas estratégias para melhorar a produtividade animal. Sendo assim, esse trabalho visa desenvolver uma revisão bibliográfica para refletir e discorrer sobre as tecnologias existentes e sua utilização em unidades de produção, para promover um melhor aproveitamento da produção animal, bem como a automação, enfatizando os tipos de automação existentes. Visto que em nossa atual era da informação, há uma série de tecnologias que estão disponíveis e que são acessíveis, para melhorar a eficiência técnica e econômica dos sistemas de produção animal, e auxiliar na tomada de decisões, além de garantirem um gerenciamento mais detalhado e preciso de todo o sistema de produção, resultando em redução de perdas localizadas, aumento da lucratividade, melhoria no bem-estar animal e conseqüentemente melhoria do produto final, além de um menor impacto no planeta. A procura pelos alimentos de origem animal está em constante aumento, por isso é importante sempre buscar formas de otimizar a produção animal e utilizar tecnologias adequadas, que possam maximizar a eficiência de todos os processos produtivos bem como os produtos gerados. Diante disso, o uso de tecnologias apresenta muitas vantagens, pois permitem agregar mais precisão nas ações relacionadas a produção animal.

Palavras-Chave: Tecnologias. Produção Animal. Automação.

ABSTRACT

Animal production in Brazil has considerable economic and social importance and is currently showing significant growth, which stimulated some changes to optimize production systems, to reduce losses, to have more efficiency, more practicality, and for that, some strategies to improve productivity have been sought. Thus, this work aims to develop a literature review to reflect and discuss existing technologies and their use in production units, to promote a better use of animal production, as well as automation, emphasizing the types of automation that exist. Since in our current information age, there are a number of technologies that are available and accessible, to improve the technical and economic efficiency of animal production systems, and assist in decision making, in addition to ensuring more detailed and accurate management of the entire the production system, resulting in a reduction in localized losses, increased profitability, improved animal welfare and, consequently, an improvement in the final product, in addition to a lower impact on the planet. The demand for food of animal origin is constantly increasing, so it is important to always look for ways to optimize animal production and use appropriate technologies that can maximize the efficiency of all production processes as well as the products generated. Therefore, the use of technologies has many advantages, as they allow for more precision in actions related to animal production.

Keywords: Technologies. Animal production. Automation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	10
3 JUSTIFICATIVA	10
4 METODOLOGIA.....	11
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5.1 BEM-ESTAR.....	12
5.2.1 Conforto e desconforto térmico.....	14
5.2.2 Sistemas de automação.	14
5.3 TECNOLOGIAS.....	15
5.3.1 Fisiologia.....	15
5.3.2 Medições	15
5.3.3 Comportamento animal.....	17
5.4 CONECTIVIDADE COMO DESAFIO.....	20
5.4.1 Apresentação de dados.....	21
6 CRONOGRAMA.....	23
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Após a primeira revolução industrial, que teve início no final do século XVIII, os métodos de produção manual foram gradualmente sendo substituídos pela produção mecanizada. Essa substituição impactou tanto a economia, pois com isso houve o aumento da produtividade, como também a vida cotidiana das pessoas. Com isso, é interessante que os sistemas de produção estejam sempre lado a lado desse progresso tecnológico (SANTOS et al., 2018).

Porém, se tratando de produção animal, devemos nos atentar para algumas necessidades específicas e desafios que existem. Um desses desafios são as tendências futuras relacionadas aos aspectos qualitativos e quantitativos da produção animal, pois grandes números envolvem as expectativas sobre a produção e o consumo de carne e outros produtos animais.

Segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), estima-se que até 2050 a população mundial deverá atingir o recorde de 9,7 bilhões de pessoas, cerca de 2,1 bilhões a mais do que a população atualmente registrada e para atender a essa demanda, segundo dados da Organização para Alimentação e Agricultura (FAO), a indústria de alimentos deve fornecer em torno de 233 milhões de toneladas de carne, 102% a mais que o padrão atual.

Além disso, os hábitos alimentares também devem sofrer modificações ao longo dos próximos anos, com os países desenvolvidos (Europa e América do Norte) estabilizando o consumo de carne e países emergentes (América Latina, Ásia e África) com expectativa de aumento no consumo dos produtos de origem animal (BOLAND et al., 2013; USDA, 2015; ONU, 2019).

Para enfrentar os desafios acima, a produção animal deve expandir a sua escala de produção, o que não é uma tarefa fácil, mas que com o auxílio de tecnologias, se torna um pouco mais fácil. O Brasil possui grandes responsabilidades, pois abastece os mercados de alimentos em muitos países, sendo atualmente o 5º maior na produção de leite, o 4º na carne suína, o 2º na carne de frango e o 1º na carne bovina (SEAPA, 2018).

Com relação as tendências futuras relacionadas aos aspectos qualitativos temos: Além das propriedades físicas e químicas na hora da compra (aparência, cor, cheiro, etc.), os atuais consumidores estão cada vez mais atentos e curiosos com a forma como os animais são criados e a estudar cuidadosamente o sistema de

produção. Diante dessa realidade, novos requisitos de qualidade surgiram, os quais devem atender às políticas de bem-estar animal (WANG et al., 2018; CORNISH et al., 2020), rastreabilidade (OLIVEIRA e SPERS, 2018), e adequação da fazenda para sistemas de produção mais sustentáveis (SIEGRIST e HARTMANN, 2019), atenção às emissões de gases (CAPUTO et al., 2018), produção de alimentos orgânicos (WONG e AINI, 2017), etc.

Essas tendências geralmente ocorrem devido as necessidades e idéias do consumidor, que exigem um posicionamento claro a respeito dos elos da cadeia de produção e distribuição de alimentos. Portanto, a otimização dos recursos de produção (para garantir maiores rendimentos, maior produtividade e menores perdas) e a melhoria da qualidade dos sistemas de produção, são os principais motivos para o desenvolvimento e adoção de tecnologias na produção animal.

Após estas considerações gerais sobre as tendências e principais características da inserção de tecnologias na produção animal, este trabalho pretende, através de uma revisão bibliográfica, abordar sobre essas tecnologias, e mostrar de que forma elas podem contribuir para um melhor aproveitamento na produção animal tendo em vista que a tecnologia está cada vez mais presente nos processos de produção animal, com processos automatizados e os equipamentos cada vez mais avançados, trazendo facilidade, precisão, e maior controle das variáveis do sistema produtivo.

2 OBJETIVO

Refletir e discorrer sobre o uso de tecnologias para um melhor aproveitamento na produção animal, evidenciando a importância da tecnologia para apoio e tomada de decisão, destacando também as facilidades originadas pelo emprego dessas tecnologias, por meio de exemplos de ferramentas já existentes, que visam o bem-estar dos animais e, conseqüentemente o aumento da produtividade.

3 JUSTIFICATIVA

Segundo Embrapa (2019), a tecnologia está sendo um dos principais fatores responsáveis pelo aumento exponencial da produtividade no agronegócio brasileiro, e não deve ser confundida como algo fora da realidade. Visto que, ela pode ser encontrada não só no setor do agronegócio, como também em diversos outros setores da sociedade.

De acordo com Coutinho et al. (2014) a população passou a desejar consumir produtos de animais que sejam criados, tratados e abatidos em sistemas que promovem bem-estar e que trabalham em condições ambientalmente corretas. Com isso, impulsionando a aquisição de novas práticas e a implementação de tecnologias e automação por parte dos produtores a fim de realizar um manejo de melhor qualidade.

Com isso, torna-se importante revisar o conhecimento de tecnologias de precisão dentro dos sistemas de produção animal, com o intuito de expor alguns exemplos, de forma a contribuir para a incorporação de metodologias que auxiliem as unidades de produção.

4 METODOLOGIA

Para elaboração do presente trabalho, que se trata de uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo descritivo, primeiramente foi definido o propósito e objetivo da revisão, logo após realizada uma busca na literatura, com a delimitação de palavras-chave, seguida de uma avaliação e análise das informações obtidas, para coleta de dados relevantes e de qualidade.

A busca dos estudos ocorreu no período de maio de 2021, e os critérios de inclusão foram: documentos em português, e inglês, que apresentassem em seu desenvolvimento, considerações sobre tecnologias na produção animal.

Para a busca dos documentos alinhados ao tema desta pesquisa, foram definidas as seguintes palavras-chave: tecnologias, bem-estar animal, bioclimatologia, automação, zootecnia de precisão, zootecnia 4.0 e ambiência animal, onde foram identificados artigos científicos para leitura exploratória dos resumos e, então, selecionados os que foram lidos integralmente.

Por fim, depois da leitura analítica destes artigos, foram selecionados os que iriam ser o objeto de estudo por apresentarem aspectos que respondiam ao tema norteador desta revisão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

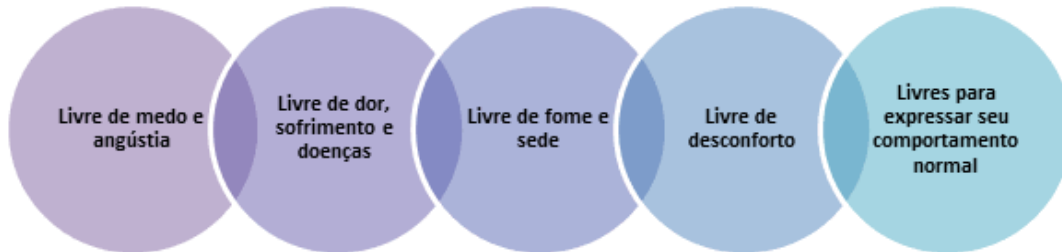
Considerando os objetivos deste trabalho, estão expostos abaixo os resultados obtidos por meio de buscas nos materiais propostos.

5.1 BEM-ESTAR

Bem-estar animal é um assunto que vem sendo muito discutido na produção animal. Porém, o próprio conceito de bem-estar ainda está em formulação. Assim, a FAWC (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 1997) propôs as chamadas “cinco liberdades”, para serem usadas como base para que fosse possível assegurar o bem-estar dos animais. De acordo com a proposta, os sistemas de produção devem prover os animais de liberdade contra o medo e estresse, liberdade contra dor,

doenças e ferimentos, contra a fome e sede, contra o desconforto e liberdade para expressar seus comportamentos normais (figura 1).

Figura 1. As 5 liberdades que devem ser garantidas aos animais



Fonte: Cursosbsdconsulting.com

Disponível em: <https://www.cursosbsdconsulting.com/single-post/2018/05/02/bem-estar-animal;>

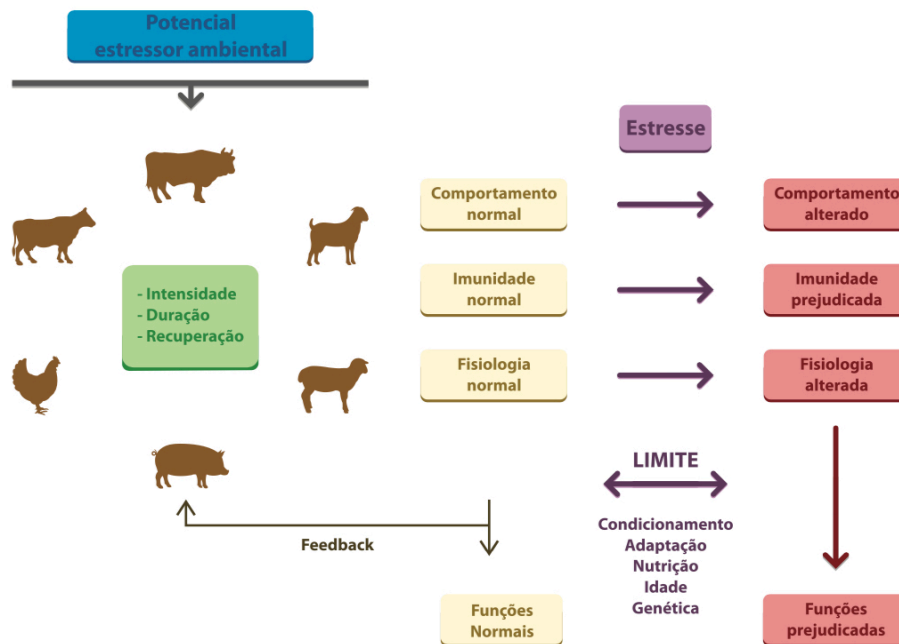
Acesso em jul. 2021.

Em consonância à proposta da FAWC, o autor Hurnik (1992) diz ainda, que, o termo bem-estar é amplamente entendido como um estado de condição satisfatória de um indivíduo. Portanto, a saúde, o fornecimento de recursos básicos e adequados que permitam o funcionamento completo do organismo e, sobretudo, a satisfação física e fisiológica do indivíduo em seu ambiente, compõem os requisitos mais importantes para o bem-estar.

Dessa forma, o oposto ao bem-estar seria a não satisfação desses requisitos, em função de doenças, restrição do funcionamento biológico e dos efeitos adversos do ambiente em que o animal está inserido, caracterizando um estado de sofrimento.

Segundo Broom (1991) bem-estar animal é o estado do animal frente às suas tentativas de se adaptar às variáveis do ambiente em que se encontra. Em se tratando de animais de produção, como no caso desse estudo, pode-se dizer que as maiores e mais importantes influências vêm dos sistemas de produção. Portanto, o costume dos animais de tentarem se adaptar ao ambiente (não somente físico, como estrutural, microclimático e social), também são capazes de desencadear modificações fisiológicas, neuro-hormonais, imunitárias e comportamentais, que, somadas, resultam na adaptação ou não dos animais ao meio em que está (Figura 2).

Figura 2. Efeito do ambiente sobre o bem-estar animal



Fonte: Adaptado de Hahn (1999).

Portanto, para assegurar condições de bem-estar animal aos animais de produção, o uso de tecnologias voltadas a esse âmbito se torna importante, pois ela contribui de forma benéfica para gestão de produção, manejo mais assertivo e cuidado com os animais.

5.1.2 Conforto e desconforto térmico

Entre os fatores que afetam o ambiente, a temperatura, a sensação térmica são aspectos muito importantes, pois a eficiência produtiva e reprodutiva de qualquer animal se relaciona com estímulos aos ambientes onde vivem. Para cada espécie, existe uma faixa de condições ambientais, denominada zona de conforto térmico, na qual o animal apresenta os melhores resultados com o menor gasto energético e mínimo esforço dos mecanismos termorregulatórios, possibilitando uma melhor conversão alimentar, rápido crescimento corporal e menor mortalidade (CURTIS, 1983). Os elementos ambientais podem ser divididos em físicos (temperatura, umidade, ventilação, tipo de instalação), sociais (classe, tamanho e composição do grupo, presença ou ausência de animais estranhos) e manejo (dieta, método de alimentação, desmame).

O ambiente físico contém elementos meteorológicos que afetam a transferência de energia, a regulação e o mecanismo de balanço térmico entre os animais e o meio ambiente, e têm um impacto significativo no desempenho e na saúde animal (SAMPAIO et al., 2004).

5.1.3 Sistemas de automação

Para Fialho (1999), sistemas de automação são aqueles que possibilitam monitorar e controlar o funcionamento de um sistema físico de forma segura, sendo o objetivo desse monitoramento registrar ocorrências de um determinado evento e alertar o usuário em caso de situações diferentes que venha ocorrer. Sendo assim, os sistemas de automação precisam de algum tipo de interface que lhes permita avaliar o estado atual do sistema.

Para isso existem os sensores, que têm como função medir as variáveis envolvidas no processo e transformá-las em informações que possam ser interpretadas pelo homem. Então, é necessário o controle das informações recebidas pelos sensores, para que possam ser encaminhadas para os atuadores. O que é feito pelos controladores, cuja principal função é a de coordenar e harmonizar o sistema (BARBOSA FILHO, 2004).

5.2 TECNOLOGIAS

Diante da complexidade dos fatores envolvidos no atendimento das necessidades dos animais, é importante reconhecer que as avaliações do bem-estar envolvem uma série de fatores e que o uso de ferramentas tecnológicas na produção animal garantem aumento da produtividade e auxilia no manejo dos animais, proporcionando produtos com maior qualidade.

Dessa forma, o relatório do Comitê Científico Veterinário para Saúde e Bem-estar Animal (2001) determinou a utilização de quatro aspectos diferentes que, juntos, podem determinar melhor o bem-estar animal: produtividade, saúde e doença, fisiologia e comportamento.

5.2.1 Fisiologia

Em primeiro lugar, em relação à coleta de dados fisiológicos, alguns pesquisadores se dedicam à automação de algumas medidas clássicas (por exemplo: temperatura retal, frequência cardíaca e frequência respiratória), que são avaliações qualificadas, que muitas vezes requer a presença de avaliadores treinados (YOUSSEF et al., 2020; STRUTZKE et al., 2019).

Existem também ferramentas mais sofisticadas que coletam dados que não tem como serem coletados manualmente, como a ferramentas que fazem a medição de frequência respiratória de peixes (MARTOS-SITCHA et al., 2019) e de batimentos cardíacos de embriões de frangos no interior dos ovos (YOUSSEF et al., 2020).

Em relação ao desempenho zootécnico, existem vários estudos dedicados à coleta de dados técnicos de animais (peso, tamanho, taxa de conversão alimentar, etc.) de animais. Por exemplo, hoje, há uma tendência de substituição das balanças por balanças digitais, que fazem a coleta desses dados, por meio da avaliação indireta do peso corporal do animal, com o uso de tecnologia de processamento digital de imagens (PEZZUOLO et al., 2018).

5.2.2 Medições

Em termos de medição ambiental, as pessoas atribuem grande importância às propriedades físicas do ar (temperatura ambiente, umidade relativa, velocidade do vento e radiação). Em se tratando de tecnologias que fazem a medição dessas propriedades, podemos citar como exemplo as câmeras termográficas, que consiste no uso de termovisores capazes de conseguir interceptar radiação de infravermelho emitida por uma superfície qualquer, e converter em imagens térmicas de distribuição de temperatura da superfície envolvida.

Hoje, são utilizadas para estudo de distribuição de temperatura de superfície de animais, identificação de eventos fisiológicos, diagnósticos de doenças e também para avaliações quanto à qualidade de carne (KNÍŽKOVÁ, 2007; MONTANHOLI et al., 2008; BOUZIDA et al., 2009).

A termografia infravermelha (TIV) é uma técnica não invasiva (NUNES et al.; 2007), não expõe o animal a radiações (HOOGMOED; SNYDER, 2002) e seu uso é muito difundido nas avaliações de respostas térmicas (PHILLIPS; HEATH, 2001).

Através das imagens termográficas é possível observar alterações nos padrões normais de dissipação de calor, além de mostrar também como está o conforto térmico e as temperaturas superficiais nos animais (BROWN-BRANDL et al., 2003).

Esse tipo de tecnologia também é utilizada, para verificar as variações do fluxo sanguíneo e da temperatura corporal do animal. No caso dos bovinos de leite por exemplo, uma inflamação local na fase mais avançada em caso de doença pode fazer com que os animais apresentem uma elevação da temperatura da superfície da pele do úbere (BORGES E FERRAZ, 2019) e isso pode ser identificado com a termografia vermelha.

Os sensores identificam se caso houver alguma alteração, por meio da radiação eletromagnética no vermelho espectro, emitida pela teta da vaca, devido à alta temperatura. Após essa detecção, ela é utilizada para construir uma imagem termográfica onde a cor de cada pixel é proporcional à temperatura correspondente da superfície observada (Zaninelli et al. 2018).

Muitos dos estudos nesse âmbito incorporam métodos de prototipagem na plataforma Arduino®, o que é acessível e permite uma série de ajustes para várias aplicações (CAMARGO et al., 2019).

Além disso, ao avaliar o ambiente de criação, outras variáveis são adicionadas às condições físicas do ar. Por exemplo, o nível de pressão sonora (NPS), que avalia a capacidade do animal de perceber o som, especialmente em relação ao equipamento da instalação. Donofre e col. (2018) Desenvolveu um dispositivo (mini-decibelímetro) para medir o NPS dentro dos ovos porque não pode ser medido com um medidor de nível de som disponível no mercado. Além disso, outra tecnologia que vem sendo empregada e se tornando cada vez mais importante são os acelerômetros, usados para medir vibração, principalmente na avaliação de efeitos mecânicos durante o transporte de animais (DALLA COSTA et al., 2017). Outras variáveis que valem a pena mencionar incluem: conteúdo de gás, fluxo luminoso, umidade do leite, etc.

5.2.3 Comportamento Animal

A avaliação comportamental evoluiu significativamente nas últimas décadas. Neste cenário a avaliação visual in loco foi sendo substituída gradativamente pela gravação em vídeos (permitindo maior comodidade durante o processo de

avaliação), por meio do uso de câmeras. Antes a forma mais utilizada para o estudo do comportamento animal era observação visual (ABRAHAMSSON, 1996), mas ainda assim, para ser possível a análise comportamental, é necessário a interpretação humana, hoje ocorre muito o uso de imagens de vídeo para para análise do comportamento animal, de aves (DURSENBRY, 1985), bovinos (PERISSINOTTO, 2003; MATARAZZO, 2004) e suínos (GEER et al., 1991; SHAO et al., 1997 e 1998; HU & XIN, 2000; PANDORFI, 2002; XIN & SHAO, 2005).

A análise de imagens de vídeo permite monitorar continuamente o comportamento dos animais, e também observar um número maior do que seria possível por meio da observação direta, permitindo a verificação dos dados obtidos sempre que necessário (ALVES, 2006).

Tendo em vista que ocorre de às vezes, um especialista, capaz de diagnosticar corretamente uma condição anormal, não estar no local para executar uma análise visual dos animais, torna-se interessante o fornecimento de acesso remoto à informação visual em tempo real, sempre que este for necessário. Com isso câmeras de vídeo podem ser usadas para essa finalidade, pois fornecem informações pertinentes ao gerente, proprietário ou a um consultor, para a tomada de decisão.

Hoje já se observa o uso de microcomputador e de microcâmeras, que permitem o registro individual e simultâneo dos movimentos efetuados pelos animais, e possibilita a obtenção de dados de comportamento dos animais, bem como proporciona o processamento e a interpretação das imagens em tempo real (PANDORFI et al., 2005c). Esse sistema corresponde em uma microcâmera, uma placa de captura de imagem instalada em um computador e um programa visual que executa a aquisição, processamento e a classificação das imagens dos animais (XIN et al., 1998).

A avaliação e os controles interativos do conforto térmico dos animais pela análise de imagem superam os problemas inerentes ao método convencional, pois, utilizam-se os próprios animais como biossensor em resposta aos reflexos do ambiente, por meio da análise comportamental Xin e Shao (2002).

Ademais, foram desenvolvidos dispositivos que coletam automaticamente dados relacionados aos diversos comportamentos dos animais, incluindo: padrões alimentares, como o consumo alimentar, a quantidade de mastigadas e tempo de ruminação (BENAÏSSA et al., 2020); detecção de estro e monta (LI et al., 2019);

comportamento locomotivo e interações sociais, como a identificação de brigas (D'EATH et al., 2018); vocalização (DU et al., 2020), entre outros.

Normalmente, para a avaliação e controle do ambiente térmico e, do conforto de animais criados em condições de confinamento, alguns elementos devem ser considerados, tais como, ventilação (natural ou forçada), radiação solar, tipos de piso e suas condições, estado nutricional e de saúde do animal, dentre outros fatores que caracterizam o bem-estar dos animais. Neste contexto, a análise do comportamento do animal é mais adequada, pois envolve fatores pertinentes ao próprio animal, bem como, aqueles referentes ao ambiente ao seu redor.

O comportamento animal, ao ser estudado, para que a avaliação do bem-estar seja a melhor possível, deve-se levar em consideração as peculiaridades de cada animal, com relação as respostas fisiológicas e comportamentais, pois estas são diferentes de uma ave para um suíno, de um suíno para um ovino, por exemplo. (BROOM e MOLENTO 2004).

Uma outra tecnologia bastante utilizada para o estudo do comportamento animal é a identificação eletrônica automática, que contribui para detecção de doenças, resposta fisiológica ao estresse ambiental, ingestão de alimentos, atividade física e impacto ambiental causado pelo sistema de produção. De maneira a promover melhor controle na propriedade e para isso são utilizados transponders injetáveis e brincos eletrônicos para fazer esse processo de identificação eletrônica (SILVA & NÄÄS, 2006; PANDORFI, et al., 2005b; CARO et al., 2003).

Um identificador eletrônico possui um transmissor que emite um número de série, o qual permite identificar o animal e monitorar a sua atividade, com isso é possível diferenciar os princípios de como funciona os diferentes sistemas portadores de informação e reconhecimento, aplicados à identificação (CARO et al., 2003).

Há também a vocalização, que consiste na análise da vocalização, no caso de aves e suínos, pode auxiliar no entendimento da profundidade da dor, estresse e desconforto aos quais os animais possam estar submetidos (PUPPE et al., 2005). As condições de estresse podem ser classificadas como ações de separação, fome ou frustração, o que permitem que os animais expressem vocalizações em alta frequência (MARCHANT-FORDE et al., 2003). As vocalizações de aves e suínos podem ser indicadores de bem-estar transtornado.

A vocalização se origina da ativação de sons mediante a utilização de órgãos específicos, podendo caracterizar uma resposta do animal frente a uma situação interna (fisiológica ou psicológica) ou algum evento externo (por uma expressão do animal a um evento externo) (NÄÄS et al. 2008).

O nível de pressão sonora, também chamado de nível de ruído ou nível sonoro do grupo, tem sido muito utilizado para qualificar a situação do ambiente para o trabalhador envolvido com a atividade (MIRAGLIOTTA, 2005; SAMPAIO et al., 2005; SAMPAIO et al., 2007), porém, o ruído de instalações zootécnicas não afeta apenas os trabalhadores, mas também os animais em confinamento.

O nível de pressão sonora (ruído) exprimido por um grupo de animais também pode se tornar uma resposta e/ou maneira de eles se expressarem, em função do meio ao qual se encontram (SAMPALIO et al., 2007; SILVA et al., 2007; AMARAL et al., 2008; BORGES et al., 2008; NÄÄS et al., 2008) ou para expressar situações de injúrias (RISI, et. al. 2008).

O desenvolvimento de sistema que monitora e registra a quantidade de chamadas de tensão pode ser empregado em ambientes de criação. Em suínos, ao usar uma combinação de análise de predição linear que, codifica as redes neurais artificiais indica vocalizações de tensão desses animais em baias com erros de reconhecimento pequenos (<5%), pode-se ter um dispositivo eficaz para medidas objetivas de tensão aguda (MANTEUFFEL, et al., 2004).

O monitoramento das condições ambientais internas e externas as instalações, bem como a resposta dos animais à situação de estresse, permitem efetuar uma gestão integrada e em tempo real, o que proporciona aos animais atingir bons níveis produtivos respeitando as regras de bem-estar animal.

Idéia semelhante à de vocalização pôde ser utilizada para identificar o chamado de tosse de suínos. A tosse é um dos sintomas mais claros de problemas respiratórios em suínos e pode acometer as vias aéreas e os pulmões.

Com o intuito de controlar melhor o ambiente destes, foi desenvolvido um software capaz de traduzir os diferentes tipos de sons capturados através de um microfone. O sistema objetiva identificar uma verdadeira tosse suína causada por um determinado agente infeccioso e diferenciá-la de sons como grunhidos, sons de metais e barulhos de fundo para que, com isso, seja possível diagnosticar uma doença infecciosa que pode ser transmissível por contágio de caráter respiratório

dentro da criação PANDORFI, Héilton^{2*}; ALMEIDA, Gledson Luiz Pontes²; GUISELINI, Cristiane (2012).

5.4 CONECTIVIDADE COMO DESAFIO

Muito investimento tem sido feito na atualização dos métodos de comunicação de dados já existentes, assim como também no desenvolvimento de novos. Embora não seja o enfoque deste trabalho, mas deve ser destacado que avanços em comunicação via Wi-Fi, WiMAX (que difere do Wi-Fi ao permitir uma maior cobertura, de até 50 Km), Bluetooth, satélite, rádio, entre outros, estão sendo feitos de diversas formas, seja por iniciativas científicas ou comerciais (CHI e CHEN, 2019).

Outro destaque também vai para a tecnologia de redes móveis 5G, com previsão de chegada ao Brasil nos próximos meses. Num futuro próximo, espera-se que a geração 5G consiga substituir e integrar facilmente as comunicações WiFi e trocar facilmente informações entre diferentes dispositivos, graças à sua cobertura e alta velocidade (aproximando ainda mais as redes móveis de comunicação dos princípios de IoT).

Entretanto, devemos nos perguntar como receber essas comunicações avançadas na zona rural do Brasil, onde existem gargalos relacionados à infraestrutura de comunicações sem fio. Conforme o último Censo Agropecuário do IBGE (2017), 3,64 milhões de propriedades rurais não possuem acesso à internet, o que representa 71,8% das fazendas no Brasil.

Das 10 principais cidades produtoras do país, apenas duas (Sapezal e Nova Mutum, ambas no Estado de Mato Grosso) apresentaram mais de 50% de suas propriedades com acesso à internet. Em comparação, o USDA (2019) aponta que 75% das fazendas estadunidenses possuem acesso à internet, com alguns estados alcançam 94% (New Hampshire). Portanto, este é um dos principais desafios na integração de novas tecnologias no campo e da Produção Animal 4.0.

Muitas empresas incluem soluções alternativas para problemas de conectividade nos seus pacotes ao fornecer soluções para Agro. Alguns exemplos dessas alternativas são o Projeto Loon do Google, que envolve a criação de uma malha de conexão sem fio com características semelhantes ao 3g, através do uso de balões de alta altitude; avanços em Edge Computing, que aproximam as

operações de armazenamento e processamento da fonte dos dados; desenvolvimento de sistemas que armazenam dados e os sincronizam quando ocorre a disponibilidade de internet; entre outros (NAGPAL e SAMDANI, 2017).

5.4.1 Apresentação de Dados

A forma como os dados são apresentados para os consumidores (no nosso caso, produtores rurais, técnicos de campo, veterinários, entre outros) é muito importante, pois realmente ajuda a verificar a autenticidade dos dados.

Van Hertem et al. (2017) salientam que a visualização e apresentação dos dados é a chave para a melhor recepção das tendências tecnológicas nas propriedades rurais e isso ocorre porque, embora sejam desenvolvidos aparatos tecnológicos cada vez mais completos (e também complexos), muitos produtores rurais de fato não possuem tempo ou habilidades para utilizar tais tecnologias, por mais úteis que sejam.

Pois, equipamentos técnicos cada vez mais abrangentes (e igualmente complexos) estão sendo desenvolvidos. Nesse caso, a chave não é reduzir a complexidade da inovação, mas tornar o resultado mais compreensível e acessível ao usuário final. É aqui que a interface homem-máquina entra em jogo.

Algumas empresas investem em plataformas de gerenciamento de dados que facilitam a vida dos produtores rurais, de diversos perfis e demandas tecnológicas (com softwares que permitem ativação manual até plataformas que automatizam todo o sistema de coleta, gerenciamento e decisão).

Além disso, uma tendência mundial é a migração dos softwares desenvolvidos de computadores pessoais para os dispositivos móveis, como tablets e smartphones. Comumente chamados de apps, os aplicativos móveis permitem que você utilize com mais frequência e de forma mais próxima no campo, possibilitando o uso de alguns recursos próprios dos aparelhos smartphones (como câmera fotográfica e GPS), oferecendo algumas possibilidades de trabalho off-line e maiores possibilidades de customização para os diferentes clientes (LIU et al., 2014).

Existem vários exemplos de softwares desenvolvidos para a produção animal, seja para comercialização e busca de insumos agrícolas, gestão do ambiente de alojamento, mapeamento genético de rebanhos, balanceamento e formulação de rações, controle de reprodução, identificação de doenças, estimativa de produção e

produtividade, identificação animal e vários outros (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2018; CRUM et al., 2019; LIU et al., 2019; SHI et al., 2019a; BATUTO et al., 2020).

6 CRONOGRAMA

Tabela 1. Cronograma

Etapa/Mês – Ano 2021	05	06	07	08	11	12
Escolha do Tema da Pesquisa	•					
Levantamento bibliográfico	•					
Leitura dos artigos encontrados	•	•				
Elaboração dos elementos pré textuais		•				
Elaboração dos elementos textuais e pós textuais			•			
Ajustes metodológicos, conceituais, formatação.		•	•	•		
Preparação para defesa					•	•
Apresentação do trabalho final - Defesa						•

Fonte: Elaboração do próprio autor (2021).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção animal é de suma importância para o agronegócio brasileiro, e através das pesquisas realizadas foi possível perceber que possui grande potencial de crescimento das fronteiras mercadológicas. Portanto, investimentos em tecnologias para proporcionar melhor conforto aos animais é importante, para garantia do bem-estar animal e consequente aumento da produtividade.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. P. **Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação**. 2006. 128 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- AMARAL, P. I. S. *et al.* **Avaliação do nível de ruídos em instalações para suínos em um sistema intensivo de criação**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. Anais... Lavras, 2008. 1 CD-ROM.
- ANDORFI, H. *et al.* **Locais de implante de microchips de identificação eletrônica de leitões: seleção e validação por meio da análise de imagem**. Engenharia Agrícola, v.25, n.1, p.1-9, 2005b
- ABRAHAMSSON, P. **Furnished cages and aviaries for laying hens. Effects on production, health and use of facilities**. Swoosh University of Agricultural Sciences, Upsala. Department of animal Nutrition and Management, 1996.
- BARBOSA F. *et al.* **Comparação entre comportamentos e locais de postura de aves poedeiras criadas em cama e gaiola**. In XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, São Pedro, SP., 2004.
- BATUTO, A. *et al.* **e-Poultry: An IoT Poultry Management System for Small Farms**. In: 2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA). IEEE, 2020. p. 738-742.
- BENAÏSSA, S. *et al.* **Calving and estrus detection in dairy cattle using a combination of indoor localization and accelerometer sensors**. Computers and Electronics in Agriculture, v. 168, n. 105153, p. 1-10, 2020.
- BOLAND, M. J. *et al.* **The future supply of animal - derived protein for human consumption**. Trends in Food Science & Technology, v. 29, n. 1, p. 62 - 73, 2013.
- BORGES, G. *et al.* **Effect of climatic conditions on noise emissions and nursery pigs behavior**. In: BRAZILIAN CONGRESS OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 37., 2008, Foz do Iguaçu. Proceedings... Foz do Iguaçu: SBEA, 2008. 1 CD-ROM.
- BORGES, T.G.; FERRAZ, P. F. P. **Sistemas de Automação na Bovinocultura Leiteira**. VI SIMPÓSIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA, 2019, Lavras. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334320017_SISTEMAS_DE_AUTOMACA_O_NA_BOVINOCULTURA_LEITEIRA>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- BOUZIDA, N.; BENDADA, A.; ALDAGUE, X.P. **Visualization of body termoregulation by infrared imaging**. Journal of Thermal Biology, v.34, n.3, p.120-126, 2009.

- BROWN-BRANDL, T. M.; JONES, D. D.; WOLD, W. E.; **Evaluating modelling techniques for cattle heat stress prediction**. Biosystems Engineering, v. 91, n. 4, p. 513–524, 2005.
- BROOM, D. M. **Animal Welfare: Concepts and Measurements**. Journal of Animal Science, n. 69, p. 4167 – 4175, 1991.
- BROOM, D. M.; ZANELLA, A. J. **Brain measures which tell us about animal welfare**. Animal Welfare, South Mimms: v.13, p.S41-S45, 2004.
- CAMARGO, T. F. B. *et al.* **Monitoramento do conforto térmico em aviários mediante sistemas de aquisição de dados em tempo real**. Rev. bras. eng. agríc. ambient.[online]. 2019, vol. 23, n. 9, pp. 694-701. Epub Aug 12, 2019. ISSN 1807-1929.
- CAPUTO, V. *et al.* **Comparing serial, and choice task stated and inferred attribute non-attendance methods in food choice experiments**. Journal of Agricultural Economics, v. 69, n. 1, p. 35-57, 2018.
- CARO, I. W. *et al.* **Eficiência das leitoras fixas utilizadas na identificação eletrônica de animais por rádio-freqüência**. Revista Brasileira de Agroinformática, v.5, n.2, p.49-58, 2003.
- CASTRO, J. *et al.* **Diagnóstico preditivo em tempo real do conforto térmico de animais de produção em sistema operacional Android**. In: Jaqueline de Oliveira Castro e Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz. (Org.). Anais II SIAPAS e VI SIMCRA. 1ed.Lavras: DEA-UFLA, 2019, v. 1, p. 150-155.
- CHI, T.; CHEN, M. **A frequency hopping method for spatial RFID/WiFi/Bluetooth scheduling in agricultural IoT**. Wireless Networks, v. 25, n. 2, p. 805-817, 2019.
- CORNISH, A. R. *et al.* **The price of good welfare: Does informing consumers about what on-package labels mean for animal welfare influence their purchase intentions?**. Appetite, v. 148, p. 104577, 2020.
- CRUM, T. E. *et al.* **CRUMBLER: a tool for the prediction of ancestry in cattle**. PloS one, v. 14, n. 8, p. e0221471, 2019.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. The Iowa State University: Ames, 1983. 410p.
- DALLA COSTA, O. A. *et al.* 2016 **Bem-estar animal na produção de suínos: transporte**. Brasília: ABCS.
- D'EATH, R. B. *et al.* **Automatic early warning of tail biting in pigs: 3D cameras can detect lowered tail posture before an outbreak**. PloS one, v. 13, n. 4, p. e0194524, 2018.

DURSENBERY, D. B. **Using a microcomputer and vídeo câmara to simultaneously track 25 animals**. Computer Biological Medicine Veterinary, v.15, n.4, p.169-175, 1985.

DU, X. *et al.* **Assessment of laying hens' thermal comfort using sound technology**. Sensors, v. 20, n. 2, p. 473, 2020.

EMBRAPA. Estatísticas | **Desempenho da produção**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em 06 jul. 2021.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL – FAWC. **Five Freedoms**. Disponível em: <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>. Acesso em: 10 jul. 2021.

FIALHO, F. B. **Modernização no controle da produção de suínos: zootecnia de precisão**. IN: Silva, I.J.O. *Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos*. Fealq. 1999.246p.

GEERS, R.; VILLE, H.; GOEDSEELS, V. **Environmental temperature control by the pig's comfort behavior through image processing**. Transactions of the ASAE, v.34, n.6, p.2583-2586, 1991.

HAHN, G. L. **Dinamic Responses of cattle to thermal heat loads**. Journal of Animal Sciences 77(2): 10-20 (1999).

HELLEBRAND, H. J. *et al.* **Application of thermal imaging for cattle manage**.

HOOGMOED, V. L. M.; SNYDER, J. R. **Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses**. The Veterinary Journal, v.164, n.2, p.129-141, 2002.

HURNIK, J. F. Behaviour (chapter 13). In: PHILLIPS, C.; PIGGINGS, D. (Eds.). **Farm animals and the environment**. Wallingford: CAB International, 1992, p. 235-244.

HU, J.; XIN, H. **Image-processing algorithms for behavior analysis of group-housed pigs**. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, v.32, n.1, p.75-85, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html >. Acesso em: 10 jul. 2021.

KNÍŽKOVÁ, I. *et al.* **Applications of infrared thermography in animal production**. Journal of the Faculty of Agriculture, v.22, n.3, p.329-336, 2007.

LI, D. *et al.* Mounting behaviour recognition for pigs based on deep learning. **Sensors**, v.19, n. 22, p. 4924, 2019.

- LIU, B; WEI, J; ZHAO, S. **Research and application of early warning system for abnormal temperature of breeding pigs based on deep learning.** In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2019. p. 032030.
- LIU, C. Z.; AU, Y. A.; CHOI, H. S. **Effects of freemium strategy in the mobile app market:** An empirical study of google play. Journal of Management Information Systems, v. 31, n. 3, p. 326-354, 2014.
- MANTEUFFEL, G.; PUPPE, B.; SCHÖN, P.C. **Vocalization of farm animals as a measure of welfare.** Applied Animal Behaviour Science, London, v.88, n.1-2, p.163-182, 2004.
- MARCHANT-FORDE, J. *et al.* **A note on the effect of gestation housing environment on approach test measures in gilts.** Applied Animal Behaviour Science, v.80, n.4, p.28-296, 2003.
- MARTOS-SITCHA, J. A. *et al.* **Ultra-low power sensor devices for monitoring physical activity and respiratory frequency in farmed fish.** Frontiers in physiology, v. 10, p. 667, 2019.
- MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação.** 2004, 141p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2004.
- MIRAGLIOTTA, M. Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados.** 2005. 244- 245 p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambientação) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- MONTANHOLI, Y. R. *et al.* **Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (Bos taurus).** Journal of Thermal Biology, v.33, n.2, p.468–475, 2008.
- NÄÄS, I. A. **Princípios de Bem-estar Animal e sua Aplicação na Cadeia Avícola.** In: Conferência APINCO 2008 de ciências e Tecnologia Avícolas. Anais....Campinas: ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p.465 2013.
- NAGPAL, L.; SAMDANI, K. **Project loon:** Innovating the connectivity worldwide. In: IEEE. 2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), 2017. p. 1778–1784.
- Nunes, L. A. O.; Filho A. C. C.; Sartori J. L (2007) **Câmara termográfica nacional.** Revista Prática Hospitalar. 49: 18-21.

OLIVEIRA, R. O; SPERS, E. E. Brand equity in agribusiness: **Brazilian consumer perceptions of pork products**. Revista de Administração de Empresas, v. 58, n. 4, p. 365-379, 2018.

OLIVEIRA, J. *et al.* **Development of an android APP to calculate thermal comfort indexes on animals and people**. Computers and electronics in agriculture, v. 151, p. 175-184, 2018.

ONU, 2019. **População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu>. Acesso em 10 jul. 2021.

PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C. **Zootecnia de precisão: princípios básicos e atualidades na suinocultura**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 13, n. 2, p. 558-568, 2012.

PANDORFI, H. **Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise de imagem e identificação eletrônica**. 2002, 180p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O. **Evaluation of the behavior of piglets in different heating systems using analysis of image and electronic identification**. Agricultural Engineering International, v.7, n.8, p.1-24, 2005c.

PEZZUOLO, A. *et al.* **On-barn pig weight estimation based on body measurements by a Kinect v1 depth camera**. Computers and Electronics in Agriculture, v. 148, p. 29-36, 2018.

PERISSINOTTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistemas de climatização em galpões tipo freestall para confinamento de gado leiteiro 2003**. 140f. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Curso de Pós-graduação em Física do Ambiente Agrícola. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

PUPPE, B. *et al.* **Castration-induced vocalisation in domestic piglets, Sus scrofa: Complex and specific alterations of the vocal quality**. Applied Animal Behaviour Science, v.95, p.67–78, 2005.

RISI, N. *et al.* **Use of artificial intelligence to identify vocalizations emitted by sick and healthy piglets**. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 8, 2008, Foz do Iguaçu. Proceedings... Foz do Iguaçu: ASABE, 2008. 1 CD-ROM.

SAMPAIO, C. A. P.; NÄÄS, I. A.; NADER, A. **Gases e ruídos em edificações para suínos - aplicação das normas NR-15, CIGR E ACGIH**. Revista de Engenharia Agrícola, Sorocaba, v. 25, n. 1, p. 10-18, jan./abr. 2005.

Sampaio, C. A. P.; Nääs, I.A.; Salgado, D. D. A. **Conforto Térmico e ruído no ambiente de produção de suínos**. Relatório Fapesp. 2004. 87p.

SAMPAIO, C. A. P. *et al.* **Avaliação do nível de ruído em instalações para suínos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 4, p. 436-440, 2007.

SANTOS, B. *et al.* **Indústria 4.0: desafios e oportunidades**. Revista Produção e Desenvolvimento. v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS (SEAPA). **Perfil Agronegócio Mundial**. 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Perfil/Mundial/perfil_mundial_out_2017.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SHI, C; ZHANG, J; TENG, G. Mobile measuring system based on LabVIEW for pig body components estimation in a large-scale farm. **Computers and electronics in agriculture**, v. 156, p. 399-405, 2019a.

SHAO, J.; XIN, H.; HARMON, J. D. Comparison of image feature extraction for classification of swine thermal comfort behavior. **Computer and Electronics in Agriculture**, v.19, n.2, p.223-232, 1998.

SHAO, J.; XIN, H.; HARMON, J. D. **Neural network analysis of postural behavior of young swine to determine their thermal comfort state**. Transactions of the ASAE, v.40, n.6, p.755-760, 1997.

SIEGRIST, M.; HARTMANN, C. **Impact of sustainability perception on consumption of organic meat and meat substitutes**. Appetite, v. 132, p. 196-202, 2019.

SILVA, K. O.; NÄÄS, I. A. **Avaliação do uso de identificadores eletrônicos em suínos**. Engenharia Agrícola, v.26, n.1, p.11-19. 2006

STRUTZKE, S. *et al.* **Development of a noninvasive respiration rate sensor for cattle**. Journal of dairy science, v. 102, n. 1, p. 690-695, 2019.

USDA. United States Department of Agriculture. **Animal and Plant Health Inspection Service**. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/aphis/home/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

USDA, 2015. **USDA agricultural Projections to 2024**. Accessed 10 jul. 2021.

VAN HERTEM, T. *et al.* Appropriate data visualisation is key to Precision Livestock Farming acceptance. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 138, p. 1-10, 2017.

WANG, J.; GE, J.; MA, Y. **Urban Chinese consumers' willingness to pay for pork with certified labels: A discrete choice experiment**. Sustainability, v. 10, n. 3, p. 603,2018.

WONG, S. S.; AINI, M. S. **Factors influencing purchase intention of organic meat among consumers in Klang Valley, Malaysia.** International Food Research Journal, v. 24, n. 2, 2017.

XIN, H.; SHAO, J. **Real-Time assessment of swine thermal comfort by computer vision.** In: Proceedings of WORLD CONGRESS OF COMPUTERS IN AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES. 2; Foz do Iguaçu, Brazil, 2002. Proceedings... Foz do Iguaçu: ASAE, p. 362- 369. 2002.

XIN, H.; SHAO, J. **Real-time behavior-based assessment and control of swine thermal comfort.** In: Livestock Environment VII - Seventh International Symposium, Proceedings..., Beijing, 2005. Paper N°. 701P0205, p.694-702, 2005.

YOUSSEF, A.; BERCKMANS, D.; NORTON, T. Non-Invasive PPG-Based System for Continuous Heart Rate Monitoring of Incubated Avian Embryo. **Sensors**, v. 20, n. 16, p. 4560, 2020.

ZANINELLI, R. L. *et al.* **Salmoneloses na produção avícola** – Revisão bibliográfica. Ciência veterinária UniFil. v. 1, n. 3, p. 154-163, Jul.-Set. 2018.