

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente



Dissertação

GESTÃO DA AMBIÊNCIA EM GRANJAS DE SUÍNOS

FABRÍCIO MURILO BEKER

Araquari, 2021

Fabricio Murilo Beker

GESTÃO DA AMBIÊNCIA EM GRANJAS DE SUÍNOS

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Ciências Ambientais).

Orientador

Ivan Bianchi

Coorientador

Gustavo Freire Resende Lima

Araquari, 2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia

BB424g Beker, Fabricio Murilo
Gestão da ambiência em granjas de suínos / Fabricio
Murilo Beker; orientador Ivan Bianchi; coorientador
Gustavo Freire Resende Lima. -- Araquari, 2021.
104 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, Mestrado Profissional
em Tecnologia e Ambiente, Araquari, 2021.

Inclui referências.

1. Suinocultura. 2. Ambiência. 3. Bem-estar
animal. 4. Instalações para suínos. I. Bianchi, Ivan ,
II. Lima, Gustavo Freire Resende . III. Instituto
Federal Catarinense. Mestrado Profissional em
Tecnologia e Ambiente. IV. Título.

Fabricao Murilo Beker

GESTÃO DA AMBIÊNCIA EM GRANJAS DE SUÍNOS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 29/06/2021

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ivan Bianchi (Orientador)

Doutor em Biotecnologia Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas
Professor EBTT Instituto Federal Catarinense (IFC)

Dr. Cleandro Pazinato Dias

Doutorado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina
Akei Animal Research

Dr. Erico Kunde Correa

Doutorado em Biotecnologia Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas
Universidade Federal de Pelotas

Dr^a. Djane Dallanora

Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Atualtech Consultoria e Instrutoria



Emitido em 22/06/2021

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 06/2021 - CCPGTA (11.01.02.31)
(Nº do Documento: 3)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 13/08/2021 12:55)

IVAN BIANCHI

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

PGPSA/ARA (11.01.02.49)

Matricula: 2648941

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **3**,
ano: **2021**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **13/08/2021**
e o código de verificação: **b5860dd24e**

Dedico, com muita satisfação, essa dissertação a todas as pessoas que contribuíram durante o processo de realização desse trabalho.

Agradecimentos

Agradecer a colaboração de familiares, amigos e colegas de trabalho. Parece ser uma missão fácil, mas quando colocamos no papel parece não encontrarmos as palavras corretas para expressar os sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão dessa etapa.

Agradeço a minha esposa Laizi e aos meus filhos Murilo e Miguel pelo apoio incondicional durante essa caminhada.

Agradecimento à equipe da Pamplona Alimentos que participou da pesquisa de campo realizada nas granjas integradas e atividades operacionais nas granjas experimentais, em especial ao Ronaldo Schotten e Suzane Recalcati.

Agradecimentos aos estudantes, estagiários e em especial a Julia Tomas que auxiliou na elaboração e aprovação do questionário socioeconômico junto a plataforma Brasil aplicado nas granjas integradas.

Agradecimento especial ao Agrônomo, hoje doutorando, Ismael França pela dedicação e comprometimento durante todo o projeto.

Ao meu coorientador mestre Gustavo Lima, que se dedicou incondicionalmente na avaliação dos dados e elaboração dessa dissertação.

Ao meu orientador professor Ivan Bianchi, grande mestre e incentivador. Eu não teria conseguido sem você.

Agradeço a Pamplona Alimentos S/A pôr possibilitar dar continuidade a minha formação acadêmica e profissional, utilizando das estruturas da empresa para realização das pesquisas.

***Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você
não tem condições melhores, para fazer melhor ainda!***

Mario Sergio Cortella

Resumo

BEKER, Fabricio Murilo. **Gestão da ambiência em granjas de suínos**. 2021. 104p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2021.

A inovação se faz cada vez mais presente e com maior intensidade na cadeia produtiva da carne suína e a adoção de novas tecnologias é uma prática que tem sido utilizada com o objetivo de maximizar os resultados e otimizar mão de obra. Esse trabalho reúne em três capítulos dados e informações sobre a importância, fatores decisórios para investimento e validação de estratégias de automação da gestão de ambiência em granjas produtoras de suínos. O Capítulo I é uma revisão sobre a importância da ambiência em granjas produtoras de suínos, com foco na era da Suinocultura 4.0 e critérios para decisão de investimento em estratégias para promoção do conforto ambiental. O Capítulo II apresenta os resultados de um estudo baseado em questionário, que objetivou caracterizar o perfil socioeconômico e de investimento em ambiência por suinocultores de um sistema de integração vertical de suínos. Um total de 190 suinocultores foram entrevistados através de um questionário digital estruturado. As respostas foram agrupadas pelo tipo de unidade produtiva (granjas de creche, *wean to finish* e terminação) e pelo histórico médio de remuneração por suíno entregue (classificado em 4 classes: alto, médio, regular e baixo). O perfil médio dos entrevistados foi de homens (92,6%), proprietários da unidade produtiva (95,8%) com idade média de 44,5 anos e grau de escolaridade básico. O tamanho médio das propriedades rurais foi de 43,7±65,5 hectares com 2,4 atividades agropecuárias com importância para a formação da renda agrícola da propriedade. Os suinocultores com melhor histórico de remuneração declararam trabalhar maior tempo diariamente na atividade (alta remuneração = 37; média = 31; regular = 31; baixa = 28 min/dia/100 animais), entretanto não houve diferença estatística entre os grupos ($P=0,260$). Cerca de 74% dos entrevistados declararam considerar a atividade economicamente rentável. Entretanto o perfil de investimento em tecnologias para automação da ambiência foi conservador. A melhora potencial do desempenho animal foi o principal motivo apontado como justificativa para o investimento, enquanto o custo inicial, custos financeiros e conhecimento sobre tecnologias foram os principais fatores limitantes indicados. Produtores com piores históricos de remuneração por suíno entregue apresentaram perfil de investimento menos conservador do que produtores com histórico médio a alto. O Capítulo III apresenta os resultados de um experimento de gestão da ambiência na fase de creche. Dois tratamentos foram avaliados: manejo automático da ambiência (MA) através do controle inteligente e monitoramento remoto das condições ambientais *versus* o manejo manual (MM) da gestão da ambiência. Lotes sequenciais de creche ($n=8$) foram alojados em dois galpões de creche (1.800 animais/galpão) entre os meses de fevereiro a dezembro de 2020, totalizando 28.881 leitões durante a avaliação. O desempenho zootécnico e econômico de cada lote foi avaliado através do relatório de fechamento. O ganho de peso semanal e acumulado dos animais foi avaliado através da pesagem semanal de 30% dos animais. Os indicadores de ambiência (temperatura ambiental, umidade relativa, concentração de gás carbônico, índice de temperatura e umidade e temperatura da água) foram monitorados durante todo o período e durante três lotes os dados foram coletados com uma frequência de um minuto e agrupados a cada hora. Não foram observadas diferenças nos indicadores zootécnicos e econômicos ($P>0,05$). O MA da

ambiência reduziu a variação dos indicadores ambientais no interior das instalações ($P < 0,05$). A concentração de CO_2 foi menor em todas as semanas de alojamento no tratamento com MA ($P < 0,05$). A automação do manejo da ambiência foi capaz de controlar de forma remota os indicadores e garantir a zona de conforto ambiental para leitões na fase de creche. Entretanto, o MM da gestão da ambiência também garantiu as mesmas condições de desempenho zootécnico e econômico. Estratégias de automação podem ser adotadas para reduzir o uso da mão de obra, garantir maior conforto ambiental em períodos do dia com menor disponibilidade de mão de obra e reduzir a variabilidade da condição ambiental de criação dos animais.

Palavras-chave: Bem-estar animal, Big data, Indicadores ambientais, Suinocultura 4.0, Instalações para suínos.

Abstract

BEKER, Fabricio Murilo. **Swine farm environment management**. 2021. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2021.

Innovation is increasingly present and with greater intensity in swine production and the adoption of new technologies is a practice that has been used to maximize results and optimize labor. This study gathers in three chapters data and information about the importance, decision factors for investment, and validation of automation strategies for environmental management in swine farms. Chapter I is a review on the importance of the environment in swine farms, focusing on the Swine Production 4.0 and criteria for investment decisions in strategies to promote environmental comfort. Chapter II presents the results of a study based on a questionnaire, which aimed to characterize the socioeconomic profile and investment in ambient control in a swine integration system. A total of 190 pig farmers were interviewed using a structured electronic questionnaire. The answers were grouped by the type of production unit (nursery, wean to finish, and finishing farms) and by the average remuneration history per pig delivered (classified into 4 classes: high, medium, regular, and low). The average profile of the interviewees was male (92.6%), owners of the productive unit (95.8%), with an average age of 44.5 years, and basic education level. The average size of the farms was 43.7 ± 65.5 hectares, with 2.4 farming activities of importance for the formation of the farm's agricultural income. The pig farmers with better remuneration history declared they worked longer daily in the activity (high remuneration = 37; average = 31; regular = 31; low = 28 min/day/100 animals), however, there was no statistical difference between groups ($P = 0.260$). About 74% of the interviewees declared to consider the activity economically profitable. However, the profile of investment in technologies for the automation of environmental control was conservative. The potential improvement in animal performance was the main reason given to justify the investment, while the initial cost, financial costs, and knowledge about the technologies were the main limiting factors indicated. Producers with worse remuneration history per pig delivered presented a less conservative investment profile than producers with medium to high history. Chapter III presents the results of an experiment on environmental management in the nursery phase. Two treatments were evaluated: automatic management of environmental (AM) through intelligent control and remote monitoring of environmental conditions versus manual management (MM) of environmental. Sequential nursery groups ($n=8$) were housed in two nursery housing (1,800 animals/housing) between the months of February and December 2020, totaling 28,881 piglets during the evaluation. The zootechnical and economic performance of each batch was evaluated through the farm report. The weekly and accumulated weight gain of the animals was evaluated through the weekly weighing of 30% of the animals. The environmental indicators (environmental temperature, relative humidity, carbon dioxide concentration, temperature and humidity index, and water temperature) were monitored throughout the period and during three flocks the data were collected with a frequency of one minute and grouped every hour. No differences were observed in zootechnical and economic indicators ($P > 0.05$). The MA of the environmental reduced the variation of environmental indicators inside the facilities ($P < 0.05$). CO_2 concentration was lower in all weeks of housing in the treatment with MA ($P < 0.05$). Automation of ambience management was able to remotely control the indicators and ensure the environmental comfort zone for piglets in the nursery stage.

However, MM of the environmental management also guaranteed the same conditions of zotechnical and economic performance. Automation strategies can be adopted to reduce the use of manpower, ensure greater environmental comfort in periods of the day with less availability of manpower, and reduce the variability of the environmental condition of rearing animals.

Keywords: animal welfare, database, environmental indicators, swine facilities.

Lista de Figuras

Figura 1 - Representação esquemática do conceito de zona termoneutra. TCI: Temperatura crítica inferior; TCS: Temperatura crítica superior.	7
Figura 2 - Respostas hipotalâmicas ao estresse térmico por frio e calor.....	9
Figura 3 - Sistemas de ventilação e transferência de calor utilizados na suinocultura brasileira.	16
Figura 4 - Average work time (min/days) for each 100 animals housed (Growing, n=4; WTF, n=70; Finishing, n=116).	29
Figura 5 - Novel technologies investment profile of swine producers (Growing, n=4; WTF, n=70; Finishing, n=116).	33
Figura 6 - Localização das sondas de coleta de dados ambientais no interior das instalações experimentais (vista superior).....	44
Figura 7 - Temperaturas (°C) e erros padrão médios (\pm) de galpões de creche em diferentes sistemas de controle de ambiente.	47
Figura 8 - Temperaturas de galpões de creche em diferentes sistemas de controle de ambiente durante os períodos manhã, tarde, noite e madrugada.	48
Figura 9 - Concentração de gás carbônico (CO ₂ , ppm) de galpões de creche em diferentes sistemas de controle de ambiente.	50
Figura 10 - Umidade relativa do ar (%) de galpões de creche em diferentes sistemas de controle de ambiente.....	51
Figura 11 – Curva de crescimento de leitões em creche com diferentes sistemas de controle de ambiente.....	55
Figura 12 – Ganho de peso médio diário de leitões em creche com diferentes sistemas de controle de ambiente.	56
Figura 13 - Número de leitões removidos durante a fase de creche com diferentes sistemas de controle de ambiente.	56

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Valores referências de qualidade do ar e luminosa para suínos.....	14
Tabela 2 - Redução da temperatura ambiental efetiva de suínos em crescimento e terminação de acordo com a temperatura ambiental e a velocidade do vento.....	14
Tabela 3 - Zona de termoneutralidade para suínos nas diferentes categorias.....	15
Table 4 - Education level of the participants in the (%).	26
Table 5 - Characterization of the work force in the swine farms (Mean \pm SD).	26
Table 6 - Composition of work force in the properties (%).	27
Table 7 - Major electricity sources and alternative/supplement sources for power generation in the properties studied.	28
Table 8 - Internet connection sources in the farms (%).	28
Table 9 - Control of temperature and relative humidity indexes inside the farms, segmented by the payment history (%).	30
Table 10 - Curtain opening/closing method and number of times of manual activity performance in non-automated farms, according to each production system and payment history of the producer.....	31
Table 11 - Producer opinion regarding the most important environment indicators with potential to impact zootechnical performance, in accordance with type of farm and payment history (%).	32
Table 12 - Profitability perspective of swine production, in accordance to type of farm and payment history of the producer (%).	35
Tabela 13 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre a temperatura da água de bebida.....	48
Tabela 14 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre a temperatura da água de bebida em diferentes períodos.	52
Tabela 15 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o índice de temperatura e umidade (ITU) em diferentes períodos.....	52
Tabela 16 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o coeficiente de variação (%) de temperatura (°C) em diferentes períodos.	53

Tabela 17 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o coeficiente de variação (%) de gás carbônico (ppm) em diferentes períodos.....	53
Tabela 18 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o coeficiente de variação (%) da umidade relativa (%) em diferentes períodos.	54
Tabela 19 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o coeficiente de variação (%) do índice de temperatura e umidade (ITU) em diferentes períodos.	54
Tabela 20 - Desempenho zootécnico na fase de creche para leitões criados com manejo manual e automático da ambiência (acumulado de oito lotes).	57

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	1
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	Geral	3
2.2	Específicos	3
3	CAPÍTULO I - AMBIÊNCIA EM SUÍNOS: DO CONTROLE DA TEMPERATURA A SUINOCULTURA 4.0	4
3.1	Resumo	4
3.2	Abstract	5
3.3	Introdução	5
3.4	Consequências do estresse térmico em suínos	8
3.5	Indicadores de ambiência: a que devemos estar atentos?.....	12
3.6	Suinocultura 4.0 e ambiência no Brasil	15
3.7	Crerérios para tomada de decisão de investimento em ambiência e tecnologia da informação	17
3.8	Referências	18
4	CAPÍTULO II - SOCIO-ECONOMIC PROFILE AND INVESTMENTS IN THE AMBIENT CONTROL IN A SWINE INTEGRATION SYSTEM	22
4.1	Abstract	22
4.2	Introduction.....	23
4.3	Material and Methods.....	24
4.4	Results	25
4.4.1	Socio-economical characterization, work force composition and quality	25
4.4.2	Characterization of electricity supply and access to internet	27
4.4.3	Characterization of producers regarding the average hours of work and environment control	29
4.4.4	Characterization of the producers regarding the investment profile	32
4.5	Discussion	35
4.6	Conclusion	39
4.7	References.....	40
5	CAPÍTULO III – DESEMPENHO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE EM DIFERENTES NÍVEIS DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DE PARÂMETROS DE AMBIÊNCIA EM TEMPO REAL.....	42

5.1	Introdução	42
5.2	Material e métodos	42
5.2.1	Animais e instalações	42
5.2.2	Delineamento experimental	43
5.2.3	Controle ambiental	44
5.2.4	Desempenho e parâmetros avaliados	45
5.2.5	Análise estatística	45
5.3	Resultados	46
5.3.1	Indicadores ambientais	46
5.3.2	Desempenho produtivo	55
5.4	Discussão	57
5.5	Conclusões	60
5.6	Referências	62
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
7	REFERÊNCIAS	67
8	APÊNDICES	69

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Com o objetivo de atender aos consumidores que estão se tornando cada vez mais perceptivos em conhecer como são criados os animais e a qualidade da carne suína, é necessário que os sistemas de produção atendam os preceitos de bem-estar animal e em última análise estar alinhado ao conceito de saúde única. Diversos são os fatores relacionados com o desempenho dos animais, sendo eles genéticos, sanitários, nutricionais, humanos (funcionários, treinamento e adequadas práticas de manejo) e ambientais (umidade, temperatura, velocidade de vento e instalações) (KUMMER et al., 2009). A gestão da ambiência é tida como alternativa para melhorar a viabilidade zootécnica e econômica devido a hipótese de otimizar o uso da mão de obra e aumentar a produtividade, embora haja poucas avaliações de custo/benefício da implementação dessas tecnologias na suinocultura.

Um dos desafios do sistema de produção de suínos têm sido o ambiente no qual estes animais estão submetidos, principalmente o ambiente térmico (KIEFER et al., 2010). Os suínos apresentam dificuldade de se adaptarem ao calor devido principalmente ao seu elevado metabolismo, a camada de tecido adiposo subcutâneo, seu sistema termorregulador pouco desenvolvido e limitada capacidade de perda de calor através da sudorese por apresentarem glândulas sudoríparas queratinizadas (RODRIGUES et al., 2010). Nas situações em que a temperatura fica abaixo do limite crítico inferior, o suíno precisa aumentar a produção de calor, que pode ser realizada aumentando o consumo de energia que seria usada para crescimento (MILLER, 2012).

O desmame é uma etapa crítica do manejo de suínos, pois o leitão é separado da mãe, alojado com outros leitões que não são da mesma leitegada, o que acarreta brigas para estabelecer a nova hierarquia, mudança na dieta, além da adaptação ao novo ambiente e ao manejo diferente nesta fase. Estes fatores são estressantes e podem levar a queda no desempenho dos leitões nessa fase (PADILHA et al., 2017). O microclima das instalações exerce efeito sobre os leitões e pode causar redução na produtividade com consequentes prejuízos econômicos, sendo o estresse térmico causado pelo frio um dos maiores responsáveis pelas perdas no sistema produtivo (NÄAS et al., 2014).

Um animal fora da zona de conforto térmico é submetido a uma condição de estresse, situação em que compromete a função imune, desenvolvimento e ganho de peso (RANDALL, 2010). Para a mitigação dos efeitos negativos do estresse térmico é necessário um manejo

adequado na instalação onde esses animais estão alojados, tendo como objetivo a melhora das condições do conforto animal, utilizando estratégias para minimizar os problemas entre animal e condições ambientais (NOBREGA et al., 2011).

Com a crescente preocupação da população com a forma que os alimentos são produzidos, cada vez mais se tem dado atenção as questões de bem-estar animal, levando a aprimoramentos neste quesito na produção de suínos, mas sem perder o foco no desempenho dos índices produtivos. Desta forma, faz-se necessário que a avaliação do desempenho dos animais seja feita levando em consideração as condições ambientais adequadas (LUZ et al., 2015).

Outro gargalo na suinocultura brasileira é a escassez de mão de obra especializada, problema que deverá se intensificar. A mão-de-obra representa 10 a 15% do custo de produção na suinocultura no Brasil, sendo considerado baixo em relação a outros países (Suinocultura Industrial, 2016). Com a escassez de funcionários esse centro de custo tem tido aumento, direcionando investimentos na aquisição de equipamentos e instalações automatizadas visando otimizar a mão-de-obra, bem como capacitando os funcionários para entender e operar o sistema e as novas tecnologias.

A maioria das tecnologias de climatização implementadas na suinocultura tem sido importada ou adaptada da avicultura. Considerando as diferenças climáticas entre países e que mesmo o Brasil tem dimensões continentais, há necessidade de validação das tecnologias existentes e de desenvolvimento de sistemas que levem em consideração outros critérios além de temperatura, proporcionando bem-estar animal, desempenho, relação custo/benefício e sustentabilidade da produção. O agronegócio está em constante evolução com a inovação tecnológica cada vez mais presente, tornando a produção inteligente, valorizada e sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Caracterizar, avaliar e compreender o uso de tecnologias no processo de gestão da ambiência em granja de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação no estado de Santa Catarina ligadas a uma agroindústria produtora de suínos em sistema de integração vertical.

2.2 Específicos

- a) Caracterizar o perfil socioeconômico de suinocultores das fases de creche, crescimento e terminação de um sistema de integração;
- b) Compreender os fatores envolvidos na tomada de decisão para investimento em tecnologias de automação para o manejo da ambiência em granjas;
- c) Avaliar o efeito uso de tecnologias integradas no desempenho de leitões na fase de creche, utilizando aplicativo de gestão, sensores para controle de indicadores ambientais no manejo em tempo real das condições ambientais.

3 CAPÍTULO I - AMBIÊNCIA EM SUÍNOS: DO CONTROLE DA TEMPERATURA A SUINOCULTURA 4.0

Capítulo de livro publicado

In: "Investigação Científica e Técnica em Medicina Veterinária 2" (Capítulo 4)

DOI: 10.22533/at.ed.1422028074

Fabricio Murilo Beker¹, Ismael França², Gustavo Freire Resende Lima³, Paulo Eduardo Bennemann⁴, Vanessa Peripolli⁵, Juahil Oliveira Martins Jr⁵, Carlos Eduardo Nogueira Martins⁵, Rafael Da Rosa Ulguim², Ivan Bianchi⁵

¹ PAMPLONA Alimentos SA, ² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Setor de Suínos, Porto Alegre/RS, ³ Agrocere PIC, ⁴ UNOESC, Universidade do Oeste de Santa Catarina, ⁵ NEPPA, Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari

3.1 Resumo

O conforto ambiental na produção de suínos é um dos fatores determinantes para o bom desempenho produtivo, sendo um desafio presente em todas as fases de criação e está alinhado ao bem-estar animal. O conhecimento e o monitoramento das variáveis ambientais na produção são de suma importância para a avaliação das instalações onde o animal está alojado, sendo que análises de indicadores ambientais são fundamentais para a garantia de um ambiente ideal. Além do conhecimento das consequências de situações adversas sobre as respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas dos suínos em diferentes condições de ambiência, é preciso entender como as novas tecnologias podem auxiliar nesse processo. A suinocultura 4.0 já é uma realidade em diversas granjas brasileiras e a adoção de novas tecnologias vêm quebrando paradigmas da suinocultura, auxiliando na maximização dos resultados e otimização da mão de obra. Portanto, este capítulo abordará a ambiência aplicada na produção de suínos, sua importância e as novas oportunidades e tecnologias disponíveis.

Palavras-chave: bem-estar animal, *big data*, estresse térmico, instalações para suínos, *smart farming*.

3.2 Abstract

Environmental comfort in the swine production is one of the determining factors for good performance, being a challenge present in all stages of creation and is aligned with animal welfare. Knowledge and monitoring of environmental variables in swine production are of paramount importance for the assessment of the facilities where the animal is housed, and the analysis of environmental indicators thus is essential to ensure an ideal environment. In addition to the knowledge of the consequences of adverse situations on the physiological, behavioral and productive responses of swine, it is necessary to understand how new technologies can assist in this process. 4.0 pork industry is already a reality in several Brazilian farms and the adoption of new technologies has been breaking paradigms in swine farming, helping to maximize results and optimize labor. Therefore, this chapter will address the ambience applied to swine production, its importance and the new opportunities and technologies available.

KEYWORDS: animal welfare, big data, heat stress, smart farming, swine facilities.

3.3 Introdução

O conceito de ambiência é complexo e dependente do nível e rigor da avaliação ou interpretação. Alves, Da Silva & Junior (2019) indicam que ambiência diz respeito à relação bidirecional entre ambiente-objeto e ao conjunto de fatores capazes de tornar um ambiente mais ou menos agradável ao animal. Ambiência não deve ser confundida com bem-estar animal, embora sua promoção esteja relacionada ao bem-estar. Ambiência pode então ser definida como a promoção do conforto animal que é baseado no contexto ambiental, resultante da interação de fatores como: temperatura, umidade, velocidade do ar, luminosidade, ruídos, gases em suspensão (amônia, gás carbônico, gás sulfídrico), sujidades e densidade de alojamento. As interações dessas variáveis com as necessidades e condições fisiológicas do animal irão desencadear as respostas fisiológicas do suíno (NÄÄS; CALDARA; CORDEIRO, 2014).

Steven (2006) descreve a dificuldade em realizar avaliações de ambiência nas instalações de suínos, principalmente pela alta adaptabilidade que os suínos apresentam frente à ambientes adversos. Fatores de sinergismo podem ser visualizados quando um ambiente está mais ou menos agradável ao animal. Por exemplo, instalações com elevados

níveis de amônia (NH₃) podem ter pouco ou nenhum efeito sobre o desempenho dos animais quando esses são expostos durante períodos controlados. Entretanto, quando esse fator é combinado com percentual elevado de umidade relativa ou de poeira no ar, o efeito sinérgico desses fatores pode resultar em prejuízos ao desempenho mesmo em curtos períodos de exposição.

A ambiência muitas vezes é atingida promovendo ambiente térmico adequado aos animais. Assim, pode-se classificar em pelo menos cinco os pontos fundamentais para a promoção da ambiência nas granjas de suínos:

Ambiente físico (I): é relativo à instalação onde os suínos são criados e as condições (tipo de piso ou cama, limpeza, disponibilidade e modo de oferta de água e alimento) que irão impor distintas respostas dos animais.

Ambiente térmico (II): é aquele formado pela interação do ambiente externo, instalações e o microclima interno (resultante de fatores como aspectos construtivos, tipo de ventilação e densidade de animais). O resultado dessa interação vai resultar na promoção de frio, calor ou homeostase térmica aos animais.

Qualidade do ar (III): está relacionado aos níveis de gases, como amônia (NH₃), gás carbônico (CO₂), gás sulfídrico (H₂S), poeira respirável e umidade relativa (UR). A manutenção desses níveis, por sua vez, está diretamente relacionada as estratégias de renovação de ar no interior das instalações, além da percepção dos funcionários.

Ambiente acústico (IV): é resultado do nível de ruído e vibrações dentro ou próximo as instalações. Pouco se sabe sobre o real efeito desses fatores sobre o desempenho dos suínos.

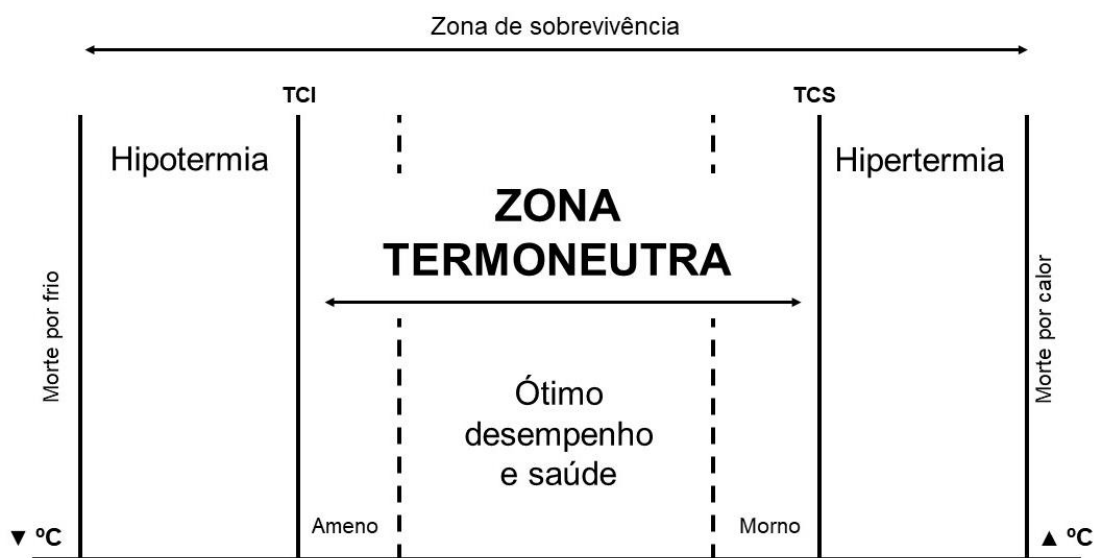
Ambiente social (V): é aquele resultante das interações sociais e comportamentais dos animais dentro dos distintos modelos de criação, alojamento ou densidade adotados na criação dos animais (LAMMERS; STENDER; HONEYMAN, 2007; NÄÄS; TOLON; BARACHO, 2014).

O ambiente térmico é o ponto mais estudado e discutido devido sua elevada influência no desempenho dos animais. Dessa forma, a primeira condição para a promover ambiente térmico adequado é assegurar que o balanço térmico seja nulo (SAMPAIO *et al.*, 2004). Dessa maneira o ambiente térmico ideal é estabelecido quando o calor produzido pelo animal é proporcional, ou tem a mesma magnitude, que a dissipação de calor pelo meio onde este é inserido (SAMPAIO *et al.*, 2004). Essa dinâmica pode ser entendida com o conceito de zona de termoneutralidade (ZT), ou zona termoneutra ou de conforto térmico. Podemos definir ZT

(Figura 1) como a faixa de temperatura em que o animal é capaz de compensar a perda/ganho de calor para o ambiente sem exigir uma resposta de aumento na taxa de produção de calor

Figura 1 - Representação esquemática do conceito de zona termoneutra. TCI:

Temperatura crítica inferior; TCS: Temperatura crítica superior.



metabólico, seja para aquecimento ou para perda de calor (NRC, 1981). Dentro da faixa da ZT há manutenção normal das funções produtivas e reprodutivas dos suínos. A ZT é dependente da idade dos animais, estado fisiológico e da sua capacidade de termorregulação.

Adaptado de AGGARWAL & UPADHYAY (2013).

A ZT é delimitada pela temperatura crítica inferior (TCI) e pela temperatura crítica superior (TCS). Quando a temperatura do ambiente tende à TCS, a perda de calor sensível é minimizada em função da diminuição do gradiente térmico entre o suíno e o ambiente. Nessa circunstância o animal ofega para forçar a troca de calor latente através da respiração. Quando o limite das temperaturas críticas é extrapolado o animal deixa de manter sua homeotermia, através dos ajustes de perda ou produção de calor, e entra no estado de hipotermia ou hipertermia. Nessas situações de estresse térmico o organismo é capaz de resistir a variação adversa até um determinado limite, de acordo com a idade, peso corporal e condição de saúde, até o momento extremo em que pode resultar inclusive na morte do animal por hipotermia ou hipertermia.

Os suínos são animais homeotérmicos, ou seja, têm capacidade de manter a temperatura corporal dentro de certos limites, através do balanço entre perda e produção de

calor. Entretanto, Lima *et al.* (2017) destacam a importância de proporcionar conforto térmico aos animais nas unidades de produção, a fim de otimizar o desempenho e, portanto, a energia metabolizável dos alimentos. Todo desbalanço nesse sistema possui potencial para redução do desempenho do animal. O hipotálamo é o órgão regulador da produção ou dissipação de calor pelo animal, regulando as respostas fisiológicas tais como: frequência respiratória, aumento ou redução do fluxo sanguíneo nos capilares da pele (mecanismo vasomotor) e ereção dos pelos. Destaca-se que as glândulas sudoríparas dos suínos são pouco funcionais, e presentes em pequena quantidade, consequentemente o mecanismo de sudorese é pouco eficiente (NÄÄS & JUSTINO, 2014).

Diferentemente da maioria dos outros países grandes produtores de suínos (China, Canadá, União Europeia e Estados Unidos), a posição geográfica do Brasil é predominantemente tropical, embora apresente também clima subtropical na região sul do país. Nesse contexto, o estresse térmico por calor é um fator de grande impacto nas granjas brasileiras, principalmente nos planteis de reprodução e em animais em terminação. Entretanto, na região sul do Brasil, o estresse térmico pelo frio é um desafio para o desempenho de leitões na maternidade e creche. Investimentos em estratégias de climatização ou automação da ambiência nas unidades de produção ainda não são adotados em larga escala no Brasil, embora, vem ganhando importância, principalmente nos últimos 10-15 anos.

3.4 Consequências do estresse térmico em suínos

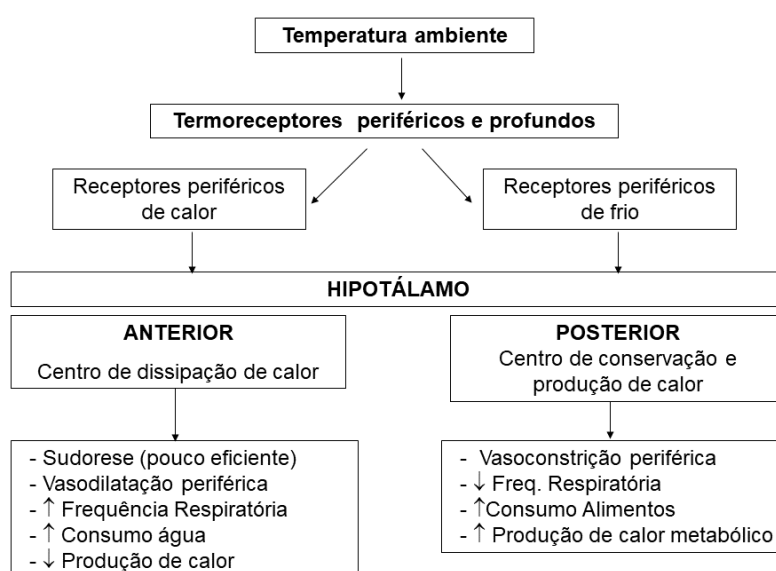
O estresse térmico é o principal fator ambiental redutor do desempenho de suínos (LE DIVIDICH; HERPIN, 1994; RENAUDEAU; GOURDINE; ST-PIERRE, 2011). Esse é iniciado quando a temperatura ambiental efetiva (TAE), ou seja, a temperatura sentida pelo animal, resultado da interação da temperatura, umidade, velocidade do ar e tipo de piso, encontra-se fora dos limites da TCI ou TCS (MOUNT, 1975; NRC, 1981; LOURDES; PATIÑO, 2001). Em situações de temperaturas inferiores a TCI os animais tendem a aumentar o consumo de alimento, apresentam comportamento de agrupamento nas baias (reduzindo o contato com o solo), ocorrência de calafrios e redução do fluxo sanguíneo periférico, na tentativa de manutenção da temperatura corporal. Ao contrário, quando há aumento da temperatura acima da TCS, a tendência dos animais é evitar o agrupamento, assim como o aumento da área de contato com o chão da baia, aumento da frequência respiratória (50-60 movimentos respiratórios/min), diminuição do consumo e aumento no consumo de água até um momento

de temperatura corporal extrema ($> 43\text{ }^{\circ}\text{C}$), que pode resultar na morte do animal por hipertermia.

O hipotálamo em resposta a uma condição de estresse térmico ativa os centros nervosos de regulação da temperatura. No hipotálamo anterior é realizado o controle da dissipação de calor e no hipotálamo posterior a conservação de calor. Esse controle ocorre em resposta a temperatura do sangue que chega ao hipotálamo e aos termorreceptores hipotalâmicos (centrais, profundos e periféricos). Os termorreceptores periféricos são aqueles localizados na superfície corporal (pele) e os profundos estão na medula espinhal, nas paredes dos vasos sanguíneos e do trato gastrointestinal (LOURDES; PATIÑO, 2001; COLLIER; GEBREMEDHIN, 2015). O desencadeamento das respostas hipotalâmicas frente a situações de estresse por frio ou calor está apresentado na Figura 2. A termorregulação nos suínos ocorre via aferente a partir da percepção das condições ambientais através de termorreceptores, integrado no hipotálamo, e via eferente o desencadeamento de respostas, com o objetivo de manter a homeotermia (COLLIER *et al.*, 2019).

A evolução das linhagens genéticas de suínos tem resultado em animais mais eficientes zootecnicamente, entretanto, há um considerável aumento na produção de calor metabólico, conseqüentemente, aumento dos problemas relacionados ao estresse por calor (BRANDL *et al.*, 2004). St-Pierre *et al.* (2003) indicaram que as perdas econômicas causadas pelo estresse térmico por calor em suínos nos Estados Unidos foram próximas a US\$ 299 milhões, isso atribuído as condições efetivas de temperatura fora da zona de conforto térmico.

Figura 2 - Respostas hipotalâmicas ao estresse térmico por frio e calor.



Fonte: Adaptado de COLLIER & GEBREMEDHIN (2015).

Os suínos em situações de estresse térmico pelo calor ficam ofegantes, que é uma forma de perda de calor latente (COLLIER & GEBREMEDHIN, 2015). Um suíno em hipertermia pode respirar a uma taxa de 200 movimentos respiratórios/min (MARCOS, 2020). Entretanto, essa estratégia tem custos energéticos para os animais, além daqueles envolvidos na manutenção dos processos metabólicos em homeostase. Em relação as formas de troca de calor com o ambiente, os suínos possuem capacidade de perda calor entre 5 e 10% por condução, 20% por convecção natural, 30% por convecção forçada (exemplo a ventilação) e 40% por evaporação (grande parte pelo aumento da taxa respiratória) (JACOBSON, 2011). No entanto, esta perda de calor se torna menos eficiente em ambientes com umidade relativa do ar elevada.

Animais jovens têm maior facilidade em dissipar calor devido a maior relação entre área superficial e massa corporal, em comparação com animais mais velhos e de maior peso (BRUCE & CLARK, 1979). Animais mais pesados, além de taxa metabólica maior, têm menor relação área superficial/massa corporal além de maior isolamento térmico (gordura subcutânea) e com isso menor capacidade de dissipar calor. Leitões recém desmamados, quando expostos a temperaturas abaixo da TCI, apresentam potencial redução do desempenho (LE DIVIDICH & HERPIN, 1994). O período crítico do início da creche é quando há baixa ingestão de alimento sólido associado a alta atividade física dos leitões, isso condiciona um balanço energético negativo e o catabolismo da gordura torna-se uma das estratégias para suprir esse déficit energético. Assegurar que a temperatura ambiente não seja inferior a 26-28°C, no início da fase de creche, reduz o gasto de energia para a produção de calor. A exposição prolongada ao frio aumenta os níveis de noradrenalina circulante e isso pode resultar em problemas cardiovasculares (HERPIN *et al.*, 1991). Além disso, há resposta através do aumento dos hormônios da tireoide e catecolaminas em animais expostos ao frio (HERPIN & LEFAUCHEUR, 1992), porém, temperaturas acima da TCS podem reduzir o consumo voluntário dos animais.

Os efeitos das temperaturas elevadas sobre o desempenho de animais na fase de crescimento e terminação foram apresentados em um artigo de meta-análise que agrupou resultados de 71 artigos científicos publicados entre 1960 e 2009 (RENAUDEAU; GOURDINE; ST-PIERRE, 2011). Os autores relatam a redução média entre 32 g/d/°C e 78 g/d/°C no consumo diário de suínos de 50 e 100 kg de peso vivo, respectivamente, expostos a

temperatura ambiente entre 20-30 °C. Os autores apresentam resultado de -11 e -25 g/dia/°C no consumo diário para animais de 25 e 75 kg, respectivamente, na mesma faixa de temperatura. Reduções no ganho de peso diário (GPD) também são esperados em respostas ao estresse por calor. Em relação a conversão alimentar (CA) só foi observado impacto em temperaturas acima de 30 °C.

Em relação aos aspectos reprodutivos, a temperatura ambiente pode influenciar negativamente o desempenho das matrizes. A sobrevivência embrionária, principalmente no início da gestação, pode ser diminuída em resposta ao estresse por calor (LENDE; SOEDE; KEMP, 1994). Fêmeas com temperatura corporal aumentada nos quatro primeiros dias após o estro, sem natureza patológica, tiveram menor número de embriões aos 30 dias e, conseqüente, menor número de leitões nascidos (WENTZ *et al.*, 2001). Isso pode estar relacionado a um redirecionamento endócrino da prostaglandina F2 alfa (PGF2-alfa) em resposta a temperatura elevada (BORTOLOZZO *et al.*, 2007), embora não tenha sido observado diferença na concentração sérica de progesterona em leitoas submetidas a estresse térmico pelo calor (BIDNE *et al.*, 2019).

Fêmeas expostas a estresse térmico por calor tiveram aumento dos níveis de cortisol e a diminuição na liberação de ocitocina no momento do parto, mediada pelos opioides endógenos, o que pode aumentar o número de natimortos devido a diminuição das contrações uterinas (FRIES *et al.*, 2010). As temperaturas de conforto térmico para a fase de maternidade são de 15-21 °C para as matrizes e 28-32 °C para os leitões, devendo-se priorizar a temperatura de conforto da fêmea e adotar estratégias para a aquecimento dos leitões como escamoteador, piso térmico ou lâmpadas de aquecimento (GAVA *et al.*, 2010). Bortolozzo & Wentz (2010) ressaltaram a diferença entre as temperaturas ideais para fêmeas e leitões na fase de maternidade. Temperaturas elevadas na maternidade, fora da zona de conforto térmico para a fêmea, provocam a diminuição no consumo alimentar e na produção de leite, devido ao aumento na circulação do sangue periférico como estratégia de perda de calor, o que ocasiona diminuição no fluxo sanguíneo no sistema mamário (RENAUDEAU, NOBLET & DOURMAD, 2003).

Alterações comportamentais também são esperadas em situações de estresse térmico. Aarnink *et al.* (2006) observaram que suínos entre 25 a 105 kg tiveram seu comportamento social e de excreção alterados em resposta ao aumento das temperaturas

ambientais. Os animais excretaram mais na parte de piso sólido e passaram maior tempo deitados, sendo esse comportamento observado especialmente em animais mais pesados.

3.5 Indicadores de ambiência: a que devemos estar atentos?

A construção da ambiência no interior da granja é resultado da interação dos fatores previamente mencionados. Os aspectos construtivos das granjas (como o tipo de piso, a altura de pé direito e a forração), seu entorno (por exemplo o sombreamento) e a densidade de alojamento podem facilitar ou dificultar o manejo das variáveis do ambiente interno.

A medição das variáveis ambientais no interior das granjas é uma tarefa importante para a tomada de decisão no manejo da ambiência. Os medidores de temperatura, gases ou ruídos podem ser instalados nas granjas com coleta automática ou manual de dados (NÄÄS; TOLON; BARACHO, 2014). As medições das variáveis ambientais devem ser utilizadas para averiguar os parâmetros de referência dentro dos processos de produção. Os dimensionamentos das características construtivas e dos sistemas de climatização das instalações das granjas devem atender a esses parâmetros.

Os níveis tóxicos dos indicadores de qualidade do ar devem ser conhecidos e controlados para evitar impacto no desempenho dos animais. Os principais gases que devem ser monitorados e controlados são: metano (CH_4), amônia (NH_3), gás carbônico (CO_2), monóxido de carbono (CO) e gás sulfídrico (H_2S). Os níveis recomendados para humanos e suínos para CH_4 , NH_3 , CO_2 , CO e H_2S estão apresentados na Tabela 1.

O CH_4 é um gás inflamável adicionando o risco de combustão quando presente em altas concentrações. Mais leve do que o ar, o CH_4 se acumula na parte superior da instalação. É um gás incolor e inodoro, entretanto é capaz de causar asfixia somente em altas concentrações (50.000 ppm).

A NH_3 é um dos gases mais lembrados quando falamos em qualidade do ar em unidades de produção de suínos. Ao contrário do CH_4 a NH_3 se acumula ao nível dos animais, devendo ser monitorado tanto para a saúde dos animais quanto dos trabalhadores. Níveis de NH_3 acima de 7 ppm podem causar doenças respiratórias em humanos (DONHAM *et al.*, 2006). Nos suínos seus principais efeitos são afecções respiratórias, com impacto no desempenho e saúde, especialmente em situações de exposição prolongada. Aumento de espirros, salivação, irritação das mucosas e redução de consumo são sinais e sintomas comuns de serem percebidos nos suínos.

Em relação ao CO₂ a concentração atmosférica desse gás é de 413 ppm, sendo que níveis elevados podem ocasionar asfixia (acima de 30.000 ppm). Em suínos, níveis acima de 1.500 ppm podem ocasionar doenças respiratórias e diminuição do desempenho.

O CO é geralmente oriundo da queima de combustíveis fósseis e pode ser produzido por aquecedores, comuns de serem encontrados nas edificações de maternidade e creche. Seus efeitos são percebidos geralmente no inverno, devido as instalações permanecerem fechadas por um período maior, com pouca ventilação, e seus efeitos estão relacionados a diminuição no desempenho dos leitões.

O H₂S é um gás altamente perigoso para animais e humanos, com origem na decomposição anaeróbica dos dejetos. Esse gás possui odor característico (pútrido), porém o H₂S pode diminuir a sensibilidade do olfato em exposições graduais e resultar na não percepção da sua presença. O H₂S em concentração de 20 ppm provoca fotossensibilidade, redução no consumo de alimento e comportamento nervoso. Em concentração de 200 ppm pode causar edema pulmonar, dificuldades respiratórias, perda de consciência e morte. O nível desse gás é normalmente baixo no interior das instalações, entretanto durante os manejos com dejetos pode atingir picos de até 2.000 ppm (DONHAM *et al.*, 2006).

Além dos gases, a quantidade de poeira respirável também deve ser monitorada no interior das instalações. Poeira pode ter origem da ração, descamação dos animais, sujidades internas, externas ou mesmo desgaste das estruturas. Podem servir de abrigo para agentes microbiológicos patogênicos, além de provocar o aumento da NH₃ no interior das instalações, aumentando o risco de doenças respiratória (PREDICALA *et al.*, 2000; MICHIELS *et al.*, 2015). Os valores de poeira total e respiráveis além das recomendações para luminosidade nas instalações estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores referências de qualidade do ar e luminosa para suínos.

Item	Humanos	Suínos
CO ₂ , ppm	1.500	1.500
NH ₃ , ppm	7	11-25
CO, ppm	25	15
H ₂ S, ppm	5	<5
Poeira total, mg/m ³	2,5	3,5
Poeira respirável, mg/m ³	0,23	0,23
Lumens – suínos até 25 kg	-	10
Lumens – suínos de 25-145 kg	-	5

Adaptado de Donham et al. (2006); Harmon et al. (2012). Piva & Gonçalves (2014).

Além da qualidade do ar, a manutenção do conforto térmico dos animais deve ser garantida. Como foi discutido no tópico anterior, o conhecimento das ZT dos animais nas diferentes fases e os valores das TCI e TCS é fundamental para o sucesso na promoção do conforto animal. Vários fatores podem influenciar na TAE ou sensação térmica dos animais. Fatores nutricionais, construtivos, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar influenciam na sensação térmica dos animais.

Baker (2004) relatou a contribuição para a perda de calor e melhoria na TAE para diferentes tipos de piso. Utilização de cama de palha pode aumentar até 4 °C a TAE, enquanto redução pode ser obtida com piso de concreto ripado (5 °C), piso metálico (5 °C), piso vazado plástico (4 °C) e concreto (5-10 °C). Além disso, a velocidade de ar também é um fator importante para a TAE. Um modelo com a interação de fatores como temperatura da pele, temperatura corporal e resistência evaporativa da pele e seu efeito sobre a TAE foi apresentado por Bjerg *et al.* (2017). Na Tabela 2 é observado o efeito da velocidade do ar e da temperatura ambiente na redução da TAE.

Tabela 2 - Redução da temperatura ambiental efetiva de suínos em crescimento e terminação de acordo com a temperatura ambiente e a velocidade do vento.

Temperatura ambiente, °C	Velocidade do vento, m/s				
	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0
20	0	4	7	11	14
24	0	3	6	9	12
28	0	2	5	7	9
32	0	2	3	5	6
36	0	1	2	3	4

Adaptado de Bjerg et al. (2017).

Os conceitos apresentados devem ser conhecidos para proporcionar as temperaturas da ZT para as diferentes categorias (Tabela 3). Por fim, é importante atentar que a promoção da ambiência nas diferentes fases de criação é fundamental para o conforto dos animais e do bem-estar animal.

Tabela 3 - Zona de termoneutralidade para suínos nas diferentes categorias.

Categoria	Temperatura ideal, °C		Temperatura crítica, °C		UR, %
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
Matriz	12	18	0	30	50-70
Recém-nascido	30	32	15	35	70
1ª semana	27	28	15	35	70
2ª semana	25	26	13	35	70
3ª semana	22	24	13	35	70
4ª semana	21	22	10	31	70
5-8ª semana	20	22	8	30	50-70
20-30 kg	18	20	8	27	50-70
30-60 kg	16	18	5	27	50-70
60-100 kg	12	18	5	27	50-70

UR: Umidade relativa do ar. Fonte: Adaptado de Bortolozzo et al. (2010).

3.6 Suinocultura 4.0 e ambiência no Brasil

A cadeia produção de suínos no Brasil tem se profissionalizado ao longo dos anos com avanços especialmente em nutrição, genética e sanidade embora a busca por competitividade e sustentabilidade deva ser uma constante. Os segmentos relacionados a climatização, automação e tecnologias digitais têm colaborado nesse sentido e seu uso tem sido crescente (MACHADO & NANTES, 2011). O uso da automação da ambiência, coleta de dados de forma remota e plataformas digitais para gestão da informação das variáveis ambientais já estão disponíveis no mercado brasileiro no conceito adaptado para Suinocultura 4.0.

Ainda há certa limitação em relação aos investimentos em estratégias de climatização das granjas, especialmente devido a necessidade de estudos para a programação de padrões dos equipamentos bem como de custo/benefício e retorno do investimento. Na Figura 3 é apresentado um resumo esquemático dos principais sistemas de ventilação e climatização adotados na suinocultura. Sistemas de ventilação e climatização não são obrigatoriamente adotadas em conjunto, e suas combinações podem ou não serem realizadas. Por exemplo, um sistema de ventilação positiva (uso de ventiladores) pode ser realizado associado a um sistema de resfriamento por aspersão.

Figura 3 - Sistemas de ventilação e transferência de calor utilizados na suinocultura brasileira.



Fonte: Os autores, 2020.

A gestão automática da ambiência é realizada a mais tempo em outros países com tradição na produção de suínos e que possuem condições adversa de clima. No sistema de produção brasileiro, mesmo em condições menos severas de extremos de temperatura, já se observa investimentos em tecnologias de climatização de instalações. Sistemas inteligentes capazes de controlar a ambiência de granjas através de um aplicativo de *Smartphone* estão disponíveis a quase uma década (HWANG & YO, 2011). Aferições automáticas de variáveis como temperatura, umidade, luminosidade e gases geram um banco de dados e a sua análise possibilita o gerenciamento do processo e planos de ação. Mensagens via aplicativos para celular são enviadas para os operadores nas granjas quando há alteração dos parâmetros programados nos controladores. Ferramentas de automação têm potencial para reduzir custos, aumentar o número de horas dentro da ZT nas diferentes fases, otimizar o desempenho produtivo dos animais e reduzir a necessidade de mão de obra.

O conceito de Suinocultura 4.0 passa por estratégias de automação em diversos aspectos. Medição, controle, notificações, relatórios de dados e disponibilidade de dados *online* são pontos básicos para a consolidação desse conceito. O termo AgTechs tem sido adotado para classificar as *startups* e empresas que atuam no mercado de desenvolvimento de ferramentas tecnológicas para o agronegócio (DIAS, JARDIM & SAKUDA, 2019). Das 1.125 AgTechs brasileiras em 2019, 16,8% atuavam diretamente na produção animal com

ferramentas inovadoras nas áreas de automação, nutrição e gerenciamento/administração, demonstrando ser um segmento de mercado em pleno crescimento.

O uso de tecnologia da informação focada na análise de dados para tomada de decisões é a principal oportunidade dessa nova era agropecuária (HOSTE *et al.*, 2017). Em granjas de suínos na Holanda, estratégias de *smart farming pig* são adotadas para o manejo inteligente da ambiência. Sistemas computacionais analisam as condições climáticas externas e internas da granja para a tomada de decisão, como a renovação do ar ou controle da temperatura e umidade interna.

Sistemas de automação e gestão inteligente da informação devem se tornar cada vez mais frequentes nas granjas brasileiras. A adoção dessas tecnologias deve acontecer primeiramente nas granjas de reprodução (centrais de coleta e processamento de sêmen, quartos sítios e unidades produtoras de leitões) e gradativamente nas fases subsequentes. O principal fator que ainda tem impactado na adoção mais abrangente dessas tecnologias tem sido o investimento inicial e a qualidade dos materiais, além da disponibilidade e qualidade do sinal de internet nas granjas.

3.7 Critérios para tomada de decisão de investimento em ambiência e tecnologia da informação

A tomada de decisão para investimentos em ambiência deve ser realizada em resposta aos seus benefícios do ponto de vista econômico, zootécnico e de bem-estar animal. Aliado a isso, as demandas dos mercados consumidores têm sido um importante fator na tomada de decisão para investimentos em ambiência com foco no conforto e no bem-estar animal. Os benefícios estão relacionados a fase de produção em que se está trabalhando, entretanto, pode-se citar aspectos como a promoção da manutenção da qualidade do ar interno das granjas, melhorias na prevenção de doenças e no nível de biossegurança das granjas, possibilidade de aumento da densidade de alojamento e melhoria no desempenho produtivo dos animais.

A ordem de prioridade na tomada de decisão é dependente da análise de cada sistema produtivo. Os investimentos em ambiência relativos à climatização das instalações geralmente são iniciados em granjas de machos reprodutores, nas salas de maternidade, galpões de gestação, na fase de creche e por fim unidades de crescimento em terminação. O retorno econômico dos investimentos deve ser calculado dentro dos objetivos principais a

qual foi tomado, nem sempre fácil de ser calculado, sendo encontrado poucos trabalhos publicados sobre o tema, portanto, uma área de estudo a ser explorada.

Um estudo Lally & Edwards (2001) compara ventilação natural (VN) e o sistema de pressão negativa (SPN) em 143 fazendas produtoras de suínos na fase de crescimento e terminação, avaliando um total de 744.500 animais. Os autores encontram diferenças significativas em favor do SPN para o consumo diário (+0,05 kg), ganho de peso na fase (+3,8 kg), número de dias de alojamento (-2,3 d), ganho de peso diário (+0,04 kg), conversão alimentar (-0,16) e número de animais refugos (-1,7%).

A suinocultura brasileira tem apresentado aumento de produtividade praticamente linear ao longo dos anos (AGRINESS, 2020) resultado da adoção constante de tecnologias nos diversos segmentos da cadeia produtiva. Nesse sentido, produtores e indústria devem estar atentos as oportunidades que o uso da gestão da ambiência e tecnologia da informação podem contribuir nos índices produtivos e econômicos. O futuro da atividade será focado na lucratividade dos sistemas de produção, alinhado com as demandas do mercado consumidor e suas exigências crescentes quanto ao bem-estar animal, segurança alimentar e sustentabilidade.

3.8 Referências

AARNINK, A. J. A. *et al.* Temperature and body weight affect fouling of pig pens¹. **Journal of Animal Science**, [S. l.], v. 84, n. 8, p. 2224–2231, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2005-521>

AGGARWAL, A.; UPADHYAY, R. **Heat stress and animal productivity**. New Delhi: Springer, 2013. *E-book*.

AGRINESS. **Relatório Anual do Desempenho da Produção de Suínos – Melhores da Suinocultura**. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://melhores.agriness.com/relatorio-anual-do-desempenho-da-producao-de-suinos-10-edicoes/>. Acesso em: 6 maio. 2020.

ALVES, F. V.; DA SILVA, V. P.; JUNIOR, N. K. Bem-estar animal e ambiência na ILPF. *In: ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta*. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2019. (1).v. 1p. 207–223. *E-book*.

BAKER, J. Effective environmental temperature. **J. Swine Health Prod.**, [S. l.], v. 3, n. 12, p. 140–143, 2004.

BIDNE, K. L. *et al.* Heat stress during the luteal phase decreases luteal size but does not affect circulating progesterone in gilts¹. **Journal of Animal Science**, [S. l.], v. 97, n. 10, p. 4314–4322, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jas/skz251>

BJERG, B. *et al.* Modeling skin temperature to assess the effect of air velocity to mitigate heat stress among growing pigs. **Annual International Meeting**, [S. l.], n. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2017.

BORTOLOZZO, F. *et al.* Fatores que influenciam no tamanho da leitegada. *In: A fêmea suína gestante*. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2007. (5).v. 1. *E-book*.

BORTOLOZZO, F.; WENTZ, I. Aspectos fisiológicos e endocrinológicos do parto, puerpério e lactação. *In: A fêmea suína em lactação*. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2010. (5).v. 1. *E-book*.

BRANDL, T. M. B. *et al.* A literature review of swine heat production. **Transactions of the ASAE**, [S. l.], v. 47, n. 1, p. 259–270, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.13031/2013.15867>

BRUCE, J. M.; CLARK, J. J. Models of heat production and critical temperature for growing pigs. **Animal Science**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 353–369, 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0003356100023266>

COLLIER, R. J. *et al.* Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. **Animal Frontiers**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 12–19, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/af/vfy031>

COLLIER, R. J.; GEBREMEDHIN, K. G. Thermal Biology of Domestic Animals. **Annual Review of Animal Biosciences**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 513–532, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022114-110659>

DIAS, C. N.; JARDIM, F.; SAKUDA, L. O. **Radar AgTech Brasil 2019: mapeamento das Startups do setor agro brasileiro**. Brasília: Embrapa e Homo Ludens Research and Consulting, 2019. v. 1 *E-book*. Disponível em: https://0357bab4-28b9-47e7-a076-ab55383bfd78.filesusr.com/ugd/11a6ff_21252b39079c4621b48702b75160d693.pdf. Acesso em: 20 abr. 2020.

DONHAM, K. *et al.* Safety in swine production systems. **Pork information gateway**, [S. l.], p. 8, 2006.

FRIES, H. C. C. *et al.* Natimortos e mumificados. *In: A fêmea suína em lactação*. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2010. (5).v. 1. *E-book*.

GAVA, D. *et al.* Cuidados com a fêmea desde o período pré-parto até o desmame. *In: A fêmea suína em lactação*. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2010. (5).v. 1. *E-book*.

HARMON, J. D. *et al.* Field performance evaluation of a ventilation system: a swine case study. **Applied Engineering in Agriculture**, [S. l.], v. 28, n. 2, p. 251–257, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.13031/2013.41342>

HERPIN, P. *et al.* Adipose tissue lipolytic activity and urinary catecholamine excretion in cold-acclimated piglets. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, [S. l.], v. 69, n. 3, p. 362–368, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1139/y91-055>

HERPIN, P.; LEFAUCHEUR, L. Adaptative changes in oxidative metabolism in skeletal muscle of cold-acclimated piglets. **Journal of Thermal Biology**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 277–285, 1992. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0306-4565\(92\)90067-P](https://doi.org/10.1016/0306-4565(92)90067-P)

HOSTE, R.; SUH, H.; KORTSTEE, H. **Smart farming in pig production and greenhouse horticulture: An inventory in the Netherlands**. Wageningen: Wageningen Economic Research, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18174/425037>. Acesso em: 20 abr. 2020.

HWANG, J.; YOE, H. Design and Implementation of Ubiquitous Pig Farm Management System Using iOS Based Smart Phone. *In: (T. Kim et al., Org.) 2011, Berlin, Heidelberg. **Future Generation Information Technology**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011. p. 147–155. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-27142-7_16*

JACOBSON, L. D. Energy and ventilation management issues in U.S. pig buildings. *In: 2011, **Anais [...]**. [S. l.: s. n.]*

LALLY, J. J.; EDWARDS, W. M. Performance differences in swine finishing facilities with natural and tunnel ventilation. **Applied Engineering in Agriculture**, [S. l.], v. 17, n. 4, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.13031/2013.6468>. Acesso em: 26 abr. 2020.

LAMMERS, P.; STENDER, D. R.; HONEYMAN, M. S. **Environmental needs of the pig**. [S. l.]: Niche pork production, 2007. Disponível em: <https://www.ipic.iastate.edu/publications/210.EnvironmentalPigNeeds.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

LE DIVIDICH, J.; HERPIN, P. Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. **Livestock Production Science**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 79–90, 1994. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90052-3](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90052-3)

LENDE, T. van der; SOEDE, N. M.; KEMP, B. Embryo mortality and prolificacy in the pig. **Principles of pig science**, [S. l.], p. 297–317, 1994.

LIMA, G. F. R.; PORTELA, B.; SIQUEIRA, A. P. Pontos críticos em ambiência para suínos. **Anais do XVIII Congresso ABRAVES**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 8, 2017.

LOURDES, M.; PATIÑO, H. O. **Bioclimatologia**. [S. l.]: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

MACHADO, J. G. de C. F.; NANTES, J. F. D. Adoção da tecnologia da informação em organizações rurais: o caso da pecuária de corte. **Gestão & Produção**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 555–570, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2011000300009>

MARCOS, E. **Aspectos claves para el control del ambiente en cerdos: ventilación, calefacción y refrigeración**. [S. l.], 2020. Disponível em: https://aplauncher.gotowebinar.com/#webinarOver/8199533598512213773/es_ES. Acesso em: 15 abr. 2020.

MICHIELS, A. *et al.* Impact of particulate matter and ammonia on average daily weight gain, mortality and lung lesions in pigs. **Preventive Veterinary Medicine**, [S. l.], v. 121, n. 1–2, p. 99–107, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.06.011>

MOUNT, L. E. The assessment of thermal environment in relation to pig production. **Livestock Production Science**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 381–392, 1975. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(75\)90121-9](https://doi.org/10.1016/0301-6226(75)90121-9)

NÄÄS, I. de A.; CALDARA, F. R.; CORDEIRO, A. F. da S. Conceitos de ambiência na definição de instalações em suinocultura. *In: **Produção de suínos: teoria e prática**. 1. ed. [S. l.]: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2014. v. 1p. 95–125. E-book.*

NÄÄS, I. de A.; JUSTINO, E. Sistemas de climatização parcial e total em granjas de suínos. *In: **Produção de suínos: teoria e prática**. 1. ed. [S. l.]: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2014. v. 1p. 95–125. E-book.*

NÄÄS, I. de A.; TOLON, Y. B.; BARACHO, M. dos S. Conforto ambiental em suínos: conceitos e dados. *In: Produção de suínos: teoria e prática*. 1. ed. [S. l.]: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2014. v. 1p. 95–125. *E-book*.

NRC. **Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals**. Washington: National Academies Press, 1981. *E-book*. Disponível em: <http://www.vlebooks.com/vleweb/product/openreader?id=none&isbn=9780309533744>. Acesso em: 14 abr. 2020.

PIVA, J. H.; GONÇALVES, M. D. O sistema *wean-to-finish*. *In: Produção de suínos: teoria e prática*. 1. ed. [S. l.]: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2014. v. 1p. 95–125. *E-book*.

PREDICALA, B. Z. *et al.* Air quality in swine-finishing barns. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, [S. l.], n. 10, p. 144–149, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.4148/2378-5977.6583>

RENAUDEAU, D.; GOURDINE, J. L.; ST-PIERRE, N. R. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, [S. l.], v. 89, n. 7, p. 2220–2230, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3329>

RENAUDEAU, D.; NOBLET, J.; DOURMAD, J. Y. Effect of ambient temperature on mammary gland metabolism in lactating sows. **Journal of Animal Science**, [S. l.], v. 81, n. 1, p. 217–231, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/2003.811217x>

SAMPAIO, C. A. de P. *et al.* Evaluation of the thermal environment in growing and finishing swine housing using thermal comfort indexes under tropical conditions. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 34, n. 3, p. 785–790, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000300020>

STEVEN, H. J. The Environment in Swine Housing. *In: Pork Information Gateway*. 2006. Disponível em: <http://porkgateway.org/resource/the-environment-in-swine-housing/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries1. **Journal of Dairy Science**, [S. l.], v. 86, Electronic Supplement, p. E52–E77, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)

WENTZ, I. *et al.* A hipertermia durante o estro pode afetar o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 651–656, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400015>

4 CAPÍTULO II - SOCIO-ECONOMIC PROFILE AND INVESTMENTS IN THE AMBIENT CONTROL IN A SWINE INTEGRATION SYSTEM

Artigo submetido para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia

ISSN 1516-3598 On-line version | ID RBZ-2021-0106

Fabrcio M. Beker¹, Ismael Franca², Julia Tomas³, Helloa Alaide Siqueira³, Gustavo F.R. Lima⁴, Guilherme Rizotto⁵, Vanessa Peripolli⁶, Ivan Bianchi^{1,3,6}

¹ PPG Tecnologia e Ambiente do Instituto Federal Catarinense – IFC – Araquari, SC.

² Department of Animal Science, São Paulo State University (Unesp), School of Agricultural and Veterinarian Sciences, Jaboticabal, São Paulo, Brazil.

³ Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão (NEPPA) – IFC – Araquari, SC.

⁴ Supervisor de Serviços Técnicos e Validação de Produtos – Agroceres PIC – Rio Claro, SP.

⁵ PPG Ciência Animal da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP Botucatu, SP.

⁶ PPG Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense – IFC – Araquari, SC.

4.1 Abstract

The objective of this study was to characterize and understand the investment profile towards technologies for control and automation of environmental control in swine farms, focused on contract growers. A structured questionnaire including open, dichotomic, or multiple-choice questions was answered by 190 contracted growers classified as nursery, wean-to-finish (WTF) or grow-to-finish (GTF) farms. The data were described and categorized according to the type of contract grower, either WTF or GTF, and payment history during a 24-month interval. The most predominant profile for producers was a 44.5-year-old man with incomplete secondary education. Furthermore, the majority of the farms had family-based labor with an average area of 43.6±65.5 hectares and ~2.4 economic activities developed. Overall, it was observed a reduced labor availability, although the contract growers have declared satisfaction with the activities. Interestingly, contract growers with a better payment history declared a longer work time, however, did not differ from the other work time classes (High= 37; Average=31; Regular= 31; Low= 28 min; $P=0.260$). The investment profile in automation technologies is conservative, however, potential improvements in pig performance were the most popular answer to justify possible investments. Furthermore,

high costs and knowledge about technologies, interest rates, and quality of the available materials are limiting factors for investing in ambience. A total of 74% of the contract growers have considered the activity as economically profitable. Lastly, the uptake of environmental control technologies is strongly associated with the average payment received by producers.

Keywords: innovation, swine production 4.0, automation technology, agribusiness.

4.2 Introduction

Swine production in Brazil has improved significantly throughout the years, with advances emphasized in nutrition, genetics and health. However, investments in technology and environmental control have been adopted less intensively, when compared to other animal production areas. Importantly, among the increasing investments in this segment, improvements in climatization and automatic control are observed, as well as digital managing technologies in the swine production system (Machado e Nantes, 2011).

Automatic control of environmental and information smart management systems are likely to become even more frequent in the swine farms (Hoste et al., 2017). Although Brazil is not a leading Country in the investment in this segment, the adoption of such technologies has been more intense in reproduction systems and gradually in the wean-to-finish farms. Importantly, the major limiting factors regarding a broader adoption of such technologies is the initial investment, quality of materials and internet signal in the farms (Beker et al., 2020).

The understanding of the socio-economical profile and the characterization of the reality for decision making in the implementation of new technologies is still sparse in the Brazilian swine industry. With the consolidation of the Agro 4.0 era (Massruhá e Leite, 2017) the understanding of the profile of the producers, becomes an important way to understand the technological and economical enquires of the farmers.

Therefore, the objective of this study is to characterize the socioeconomical profile as well as the capacity and interest in investment of the producers associated with a swine integration system in the South of Brazil, focusing on implementation of automation of environment control in swine farms.

4.3 Material and Methods

The research project was conducted according to the institutional Ethics Committee for Human Studies (reference number 4.085.137/2020; Document appendix 01). To better characterize the swine production units, a qualitative and quantitative data collection was performed through a digital questionnaire (Google Formulários, Google LLC, 2020; Document appendix 02).

The structured questionnaire was composed of 34 questions, including open, dichotomic, or multiple-choice questions (with answers of absolute and relative frequencies). The questions encompassed aspects such as type of farm (nursery, WTF and finishing), physical and economical characterization of the property, profile of workers, perspectives towards adoption of automation technologies besides the overall profile towards decision making, with regards to monitoring and investment in environment control in swine farms. The consentient term was made available, previously, to the participants.

The classification of the farm followed the parameters indicated by the Brazilian Association of Swine Producers (ABCS, 2016). The access link to the questionnaire was send to all the participants (n=281), from growing (nursery farms), WTF and finishing, integrated to an agroindustry involved in the swine production on the Itajaí Valley – Santa Catarina – Brazil (27°14'26.77''S 49°41'07.18''O). All farms included in this study belonged to the same integration system (in accordance to the Federal Law 13.288 of May 16th, 2016) containing a group of 23 cities. The responding period was between September – October 2020.

A total of 190 answers were received, representing 67.6% of the total of farms belonging to the integration system. The finishing and WTF units corresponded to 61,1% (n=116) and 36,8% (n=70) of the answers, respectively. The average payment history (R\$/pig delivered) was considered with a 24-month bases, which preceded the questionnaire. Based on that, the different farm types were initially grouped and then divided in four distinct payment groups (high, average, regular and low), each with 25% of the participants. The 4 new groups were used to base and group the answers regarding innovation and investment in environment control.

The daily work time was calculated through the sum of number of workers and hours of work per day, being the result converted in time (min) as a common bases for each 100 swine (Miele et al., 2010; Heinemann, 2013).

The data was evaluated through descriptive statistics, producing distribution of absolute and relative frequency through the software Excel (Microsoft[®]) and Minitab 18[®]. When needed, the means were compared using the Tukey test and 5% significance, within each farm type.

4.4 Results

4.4.1 Socio-economical characterization, work force composition and quality

The higher percentual response (95.8%) was provided by the farm owners, while only 4.2% was provided by contractors. The mean age of the participants was 39.7 (± 10.6), 42.4 (± 12.6) and 45.9 (± 11.9) years old for the owners of growing, WTF and finishing farms, respectively. Furthermore, the education level of the interviewed is indicated in Table 4. The majority of the participants had completed junior high; however, a high percentage didn't have a high school degree.

The mean property size was 43.69 ($\pm 65,5$) ha (Table 5). Interestingly, the major portion of the farms (85.9%) also have other economic activities besides swine production. In average, the properties had 2.4 activities with economic importance ($\pm 0,8$; maximum of 6 and minimum of 0, besides swine production). Importantly, the other farm related activities in the properties besides swine production were agriculture (39.2%), beef and dairy cattle production (35.8 and 29.7, respectively) and fish farm (7.3%).

Table 4 - Education level of the participants in the (%).

Education level	Growing (n= 4)	Wean-to-finish (n= 70)	Finishing (n= 116)
Junior high (incomplete)	25.0	24.3	29.3
Junior high (completed)	25.0	20.0	19.0
High school (incomplete)	25.0	2.9	6.9
High school (completed)	0.0	32.9	32.8
Associate degree (incomplete)	0.0	4.3	2.6
Associate degree (completed)	0.0	1.4	1.7
Bachelor's degree (incomplete)	25.0	2.9	2.6
Bachelor's degree (completed)	0.0	11.4	5.2

Table 5 - Characterization of the work force in the swine farms (Mean \pm SD).

Item/type of farm	Growing (n= 4)	Wean-to-finish (n= 70)	Finishing (n= 116)
Property area. ha	35.8 \pm 39.5	35.2 \pm 31.4	49.5 \pm 81.0
Number of activities performed	1.8 \pm 0.6	2.5 \pm 0.8	2.3 \pm 0.9
Age of production unit. years	7.8 \pm 5.9	7.3 \pm 4.4	12.2 \pm 6.1
Animal allocation capacity	7.075 \pm 1.738	2.062 \pm 679	1.414 \pm 627
Number of employees	3.8 \pm 0.50	2.6 \pm 0.94	2.3 \pm 0.96
Employee for each 500 pigs	0.27 \pm 0.04	0.68 \pm 0.29	0.98 \pm 0.60
Hours of work per day ¹	25.0 \pm 12.9	8.2 \pm 5.3	8.2 \pm 6.0

¹Sum o hour of all the employees. provided by the employer.

In WTF and finishing farms, the family labor hand is dominant, however in pig growing farms, due to the higher number of animals and volume of work required, besides family labor

the assistance of hired workers is needed (Table 6). Regarding the perception of the skill of employees, the WTF and finishing producers indicated, respectively for each category, that 37.1 and 38.8% were of optimal quality; 57.1 and 55.2% were of good quality and 5.7 and 6.0% of regular or lacking quality. Regarding the pig growing systems, all producers indicated the capability of employees as good. When asked to grade the work capability in a 0-10 range, the results were 6.3, 7.9 and 7.3 for the growing , WTF and finishing, respectively. Interestingly, when questioned about the availability of work force for hiring, a total of 55.8% of the participants answered, 9.4% considered it abundant while 43.4 and 47.2% considered sparse or low availability, respectively.

Table 6 - Composition of work force in the properties (%).

Composition of work force	Growing (n= 4)	Wean-to-finish (n= 70)	Finishing (n= 116)
Family	0.0	90.0	77.6
Family + temporary workers	25.0	8.6	7.8
Family + hired workers	75.0	1.4	9.5
Only hired workers.	0.0	0.0	5.2

4.4.2 Characterization of electricity supply and access to internet

The Table 7 indicated the major sources of electricity supply for the properties, as well as alternative or supplementary energy production sources. Roughly 62% of the owners indicated that the inadequate supply is a risk for the farm activity and 32.9% declared that the instability of the electricity supply is rather frequent in the farms. A specific question regarding the frequency of power outages in the properties, indicated that 82.9% of the participants declared to endure it 1-3 times per month, while 12.2 and 4.9%, indicate a problem 4-5 and >5 times per month, respectively.

Table 7 - Major electricity sources and alternative/supplement sources for power generation in the properties studied.

Item/ Type of farm	Growing (n= 4)	Wean-to-finish (n= 70)	Finishing (n= 116)
Dual voltage – 220v	50.0	51.4	45.7
Triphasic	50.0	48.6	54.3
Solar energy	0.0	17.1	10.3
Generator for tractor coupling	50.0	11.4	10.3
Diesel generator	0.0	12.9	4.3
Gasoline generator	0.0	4.3	5.2

[†]Value corresponding to percentual of properties in each category that have one or more alternative/supplementary energy source.

Internet access is present in all the pig growing farms, while observed in 90% of WTF properties and 85.34 in finishing farms. The Table 8 presents the major sources of internet connection in the farms. Cellphones/smartphones are present in 100% of the properties, notebooks and desktops were available only in 19.47 and 3.68% of the farms, respectively. Lastly, phone line and radio communicators were listed as communication devices in 11.6 and 2.6% of the farms, respectively.

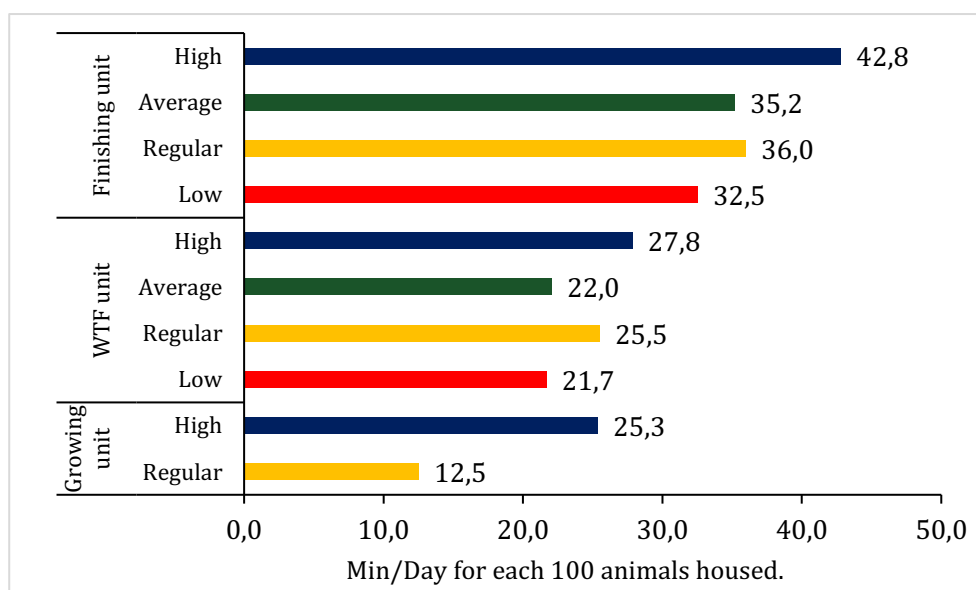
Table 8 - Internet connection sources in the farms (%).

Connection source	Growing (n= 4)	Wean-to-finish (n= 63)	Finishing (n= 99)
Via radio	100.0	69.8	61.6
Via cellphone	25.0	38.1	45.5
Via telephone system	0.0	7.9	16.2
Optic fiber	0.0	11.1	6.1

4.4.3 Characterization of producers regarding the average hours of work and environment control

The types of properties were categorized accordingly to the payment receipts (high, average, regular, low) from the payment history from pigs delivered. Figure 4 indicates the average work time (min) for each 100 animals. It's observed that in all the farm categories the producers with a higher payment history also had declared a higher average daily work time, however no difference ($P>0.05$) was observed in the payment receipts. Furthermore, no difference ($P>0.05$) was observed when total allocation capacity (Nº of animals/farm) was calculated, based in the past 4 payment receipts, indicating, therefore, that the housing capability does not influence the payment history.

Figura 4 - Average work time (min/days) for each 100 animals housed (Growing, n=4; WTF, n=70; Finishing, n=116).



The environment control actions performed in the properties were contrasted with the daily work time dedicated to the property. Table 9 indicates the behaviour of the producers regarding the observation of environment indicators of the installations for ambient temperature and relative humidity. A third of the producers (32.5%) do not perform

any monitoring and roughly 60% do not record any of the observed information. Only 18.1% of the producers affirmed to record the information regarding temperature and humidity from the farm; from this total, 32.3% declared to have an automatic recording system. Unfortunately, it was not possible to relate the payment history and monitoring routine or recording the temperature and humidity indexes. The producers from each farm type were questioned regarding the number of times they perform the opening/closing of the curtains daily (Table 10). Interestingly, only 8% of the farms have automation on the control of the curtains.

Table 9 - Control of temperature and relative humidity indexes inside the farms, segmented by the payment history (%).

Type of farm/payment history	Don't record	Only temperature	Temperature and humidity
Growing unity (n=4)			
Regular	0.0	100.0	0.0
High	0.0	100.0	0.0
WTF ¹ unity (n=70)			
Low	28.6	71.4	0.0
Regular	30.0	70.0	0.0
Average	38.9	44.4	16.7
High	33.3	55.6	11.1
Finishing unity (n=116)			
Low	35.3	64.7	0.0
Regular	40.7	48.2	11.1
Average	44.1	55.9	0.0
High	16.2	81.1	2.7
Overall total	32.5	62.8	4.8

¹ Wean-to-finish

The participants were questioned regarding which was the most important environmental factor for a good animal performance in their productions system. The most important factors indicated were temperature and air quality, which represented 50 and

44.2%, respectively (Table 11). The air quality was the most recalled indicator for the growing (66.7%) and WTF (68.6%) farms, whereas ambient temperature was cited by 62.6% of the producers in the finishing farms.

Table 10 - Curtain opening/closing method and number of times of manual activity performance in non-automated farms, according to each production system and payment history of the producer.

Type of farm/payment history	Non- automatic, %	Automatic system, %	Daily activity performance, n ¹
Growing unity (n=4)			
Regular	100.0	0.0	5.0
High	0.0	100.0	-
WTF ² unity (n=70)			
Low	100.0	0.0	4.0
Regular	85.0	15.0	3.4
Average	88.9	11.1	3.4
High	77.8	22.2	4.8
Finishing unity (n=116)			
Low	94.1	5.9	3.4
Regular	0.0	0.0	3.4
Average	0.0	0.0	3.9
High	91.9	8.1	3.4
Overall total	92.0	8.0	

¹Averages compared only between producers that perform the curtain handling manually (Growing n= 2; WTF n=61; Finishing n=111). ²Wean-to-finish

Table 11 - Producer opinion regarding the most important environment indicators with potential to impact zootechnical performance, in accordance with type of farm and payment history (%).

Type of farm/payment history	Absence of wind	Air quality	Ambient temperature	Relative air humidity
Growing unit (n=4)				
Regular	0.0	0.0	100.0	0.0
High	0.0	100.0	0.0	0.0
WTF ¹ unit (n=70)				
Low	0.0	71.4	21.4	7.1
Regular	0.0	65.0	35.0	0.0
Average	0.0	72.2	27.8	0.0
High	0.0	66.7	33.3	0.0
Finishing unit (n=116)				
Low	0.0	35.3	64.7	0.0
Regular	18.5	29.6	44.4	7.4
Average	5.9	20.6	70.6	2.9
High	0.0	32.4	67.6	0.0
Overall total	3.7	44.2	50.0	2.1

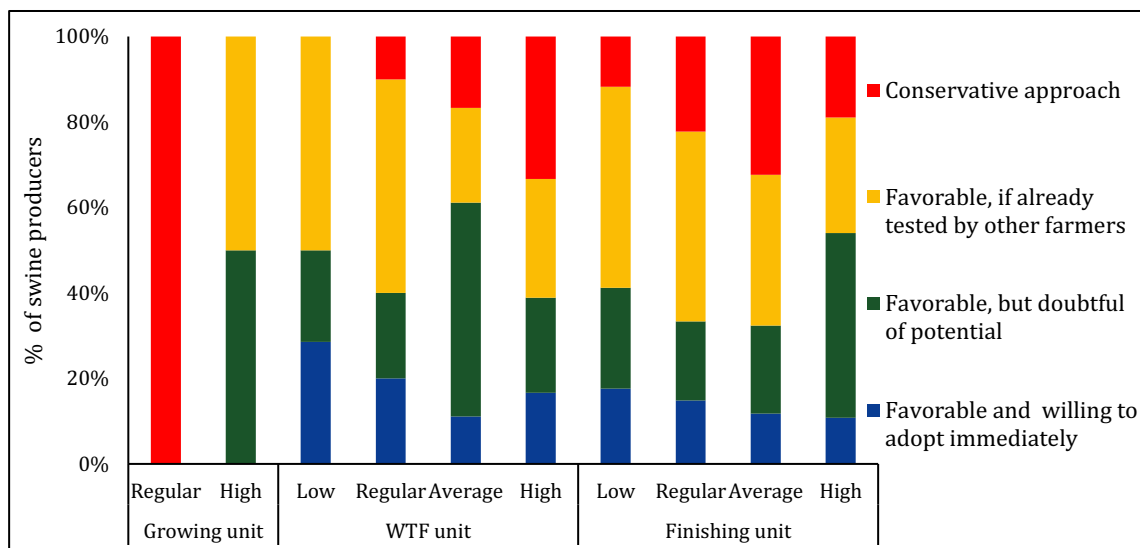
¹ Wean-to-finish

4.4.4 Characterization of the producers regarding the investment profile

Question regarding the perception of rentability of the activity were performed to understand the investment and innovation profile. The Figure 5 presents the distribution of answers regarding the adoption of new technologies in the farms. Importantly, 15% of the participants indicated that they are favourable to the immediate implementation of new technologies.

Even with a conservative approach regarding new technologies, 15.9% of the participants declared never having performed renovations or implementations. On the other hand, in 26.6% of the farms investments in such areas have being performed 3 or more times since the start of activities.

Figura 5 - Novel technologies investment profile of swine producers (Growing, n=4; WTF, n=70; Finishing, n=116).



Only 7.5% of the producers declared to not be favourable to investment or adoption of technologies towards environment control in the farm. The highest percentage of producers affirmed that the adoption of environment control technologies is economically viable for producers with a high and average payment history in the finisher stage. Furthermore, 57.5% considered that investing in technologies for environment control can improve the zootechnical performance, however the investment is costly and economically not viable. The major percentage of the farmers that indicated that the investment would be profitable were the ones with low payment history from the WTF (57,1%) and finishing farms (52,9%).

The most important reason to invest in automation in environment control was the perspective of improvement in animal performance, being that indicated by 68.6% of the participants from all types of farms, being higher for WTF systems (74.3%). The reduction of work force was indicated by 18.6% of the overall producers, with higher response by finishing farm (22.6%). The importance of adequation to the integration company and to have

knowledge of the technologies available in the market was indicated as important by 12.8% of the participants.

On the other hand, the cost was the most important reason indicated (78.4%) as limiting factor for adoption of technologies for automation in environment control, based on the overall responses. Other important limiting factors indicated were interest rates for financing (25.8%), knowledge regarding the technologies available (19.5%), quality of the materials employed in automation (11.6%) and possibility of family inheritance (6.8%). Only 5.2% of the participants indicated that don't consider having any limitation regarding this type of investment.

Regarding the profitability perspective of the activity, the majority of the participants (73.9%) considered swine production a profitable activity. A smaller portion of the producers (3.2%) declared that intend to stop the activities in their farm. Independently of the payment history, the producer of WTF (61.4%) and finishing farms (61.7%) have a similar perspective regarding the profitability of their production system (Table 12).

Table 12 - Profitability perspective of swine production, in accordance to type of farm and payment history of the producer (%).

Type of farm/payment history	Profitable	Less profitable	Profitable but not willing to invest in it	Intends to leave the activity
Growing unit (n=4)				
Regular	100.0	0.0	0.0	0.0
High	100.0	0.0	0.0	0.0
WTF ¹ unit (n=70)				
Low	50.0	50.0	0.0	0.0
Regular	75.0	15.0	5.0	5.0
Average	66.7	16.7	16.7	0.0
High	50.0	33.3	5.6	11.1
Finishing unit (n=116)				
Low	64.7	23.5	11.8	0.0
Regular	59.3	14.8	18.5	7.4
Average	61.8	20.6	14.7	2.9
High	62.2	24.3	13.5	0.0
Overall total	62.2	22.9	11.7	3.2

¹ Wean-to-finish

4.5 Discussion

The socio-economical and investment profile are characteristics obtained through the interaction of responses to factors such as region, culture, economic importance of the most important activity of the studied area. The data obtained in this study aims to understand the profile of the swine producers in the Itajaí Valley, countryside of Santa Catarina/Brazil. The studied region has a high HDI. The average profile of the swine producer is a middle aged (44.5 years old) male with a Junior High diploma.

Interestingly, a study (Hoelscher, 2018) indicated that the swine producers from the South of Brazil are the one with higher education level, with at least a high school diploma or a university degree. However, the author interviewed farmers that were in the activity for a longer time when compared to our study. Furthermore, another study (Kumar et al., 2014) observed that producers within a similar age range had an heterogenicity regarding education

level when comparing swine producers with family and industrial activities. Lastly, a similar pattern was observed by Motsa'a et al., (2019) in Central Africa.

The properties that have swine production are typically a family farm, with an average area of $43,6 \pm 65,5$ ha. Furthermore, the majority of the properties (85%) have other economically important activities (~ 2.35 activities/property), therefore, not being exclusively dependent on the swine production system.

The average housing capability of the growing, WTF and finishing units in the State of Santa Catarina are 1.921, 1.660 and 649, respectively (ABCS, 2016), being inferior to the capacities observed in our study. Similarly, the overall housing capacity in growing and finishing farms in Brazil are inferior to the data obtained in this study. However, the WTF farms have an average housing capacity of 2.651 animals/farm (ABCS, 2016), presenting, therefore, a higher value when compared with our data. Lastly, the housing capacity in swine farms of Parana/Brazil, another southern state, present a smaller value (669 ± 340 animals) when compared to the farms in our study.

The demand for employees in WTF and finishing were very similar, although there are important differences regarding the type of activities required in each production system. Furthermore, there is a good perception regarding the quality of farm workers, although the reduced hiring possibilities may become a limiting factor in the future, more specifically in the farms that do not have a family inheritance perspective, which in this study was $\sim 25\%$. This information indicates a good perspective regarding the maintenance of the activities in the farm. Importantly, the financial profit is the most important factor related to permanence in the farm activity (KRUGER et al., 2019). Moreover, the guarantee of satisfactory income is fundamental for the new generations to stay within the production industry in the countryside.

The number of workers involved in the swine production was similar to the described in a previous study (Horwat, 2019), that investigated the metropolitan region of Curitiba, Parana, Brazil, which in average employed $2.2 \pm 1,2$ workers. The author also indicates a great participation of family work force in the swine production as well as other economical enterprises within the farm such as crops and cattle and poultry production.

The energy supply and the internet signal are satisfactory. However, there are constant interruptions due to the recurrent power outages in roughly a third of the farms. A small fraction of the properties counts with alternative power sources. Importantly, the quality in energy production must be observed in consonance with the legal regulations towards animal welfare applied to swine farms (MAPA, 2020), which demands supplementary power generation sources in farms with automated systems, and therefore, requires a contingency plan to guarantee the welfare and health of the animals during power outages or interruptions.

The internet signal is present in around 85% of the properties, and the access is mostly performed via cell phone, which was present in all the farms. Interestingly, Kumar et al., (2014) indicated that the main communication tools were television and radio, while internet as available in only 58% of the properties. A study from SEBRAE (2017) indicated that 92.6% of the rural producers from Santa Catarina (Brazil) used cell phones in their properties. However, when asked about the quality of internet connection in the countryside, the producers ranked it a 6.2 (in a 0-10 range). Therefore, the internet signal quality can be a limiting factor towards adopting online automation/control systems that require a livestream data exchange.

Farms with better payment history per pig delivered for slaughter, didn't differ regarding the daily work time, independently of the housing capacity of the property, although having declared a longer worked period. Furthermore, data from the InterPig Net, which

contains information of the most well ranked swine producing Countries, indicates that the required employee time spent per animal in the finishing systems in Santa Catarina is 49 min, whereas the World average is 22 min (Miele, 2019). In our study, the average work time per animal was 43 min for the finishing farms, considering a total of 116 days of housing. The World average is smaller than the obtained in this study. Furthermore, this value can be explained by the reduced work required from farm hand, when using automation systems in the farms, and that is a common observation in countries like United State, Denmark and France, which are part of the InterPig system (MIELE et al., 2010; HEINEMANN, 2013).

A third of the properties did not perform any control regarding the environment indicators within the farm. Furthermore, two thirds of the producers that perform the observation of such indicators did not have registers of the temperature and relative humidity. It's important to indicate that the automation strategies are sparse in the reality observed in this study. Furthermore, the manual handling of curtains is an important management tool for swine production systems with positive/natural pressure (SANTOS et al., 2018; BEKER et al., 2020). In our study, the hand labor is predominant in comparison to automatized system, furthermore, the average number of times that the workers had to manually perform the opening/closing of curtains can also be related with the performance of the animals.

A conservative investing profile regarding automation technology and environment control, was predominant among the producers, even after indicating that they consider the swine production a profitable activity. The perception of profit in WTF and finishing farms based on our data is different from the observed in another study (PIVA; GONÇALVES, 2014), which indicated that the WTF system in Brazil is the one requiring more investments in infrastructure and training of the work force, and therefore, having the lowest rentability in a short or average perspective. A study by Consoni *et al.* (2015) indicated that the WTF system

presents a good economic viability in the Brazilian perspective, mostly explained by the increase in average daily weight gain and average weight at slaughter, in comparison to animals raised in the traditional growing and finishing systems.

Producers with a lower payment history are pertained as less conservatives regarding investing in environment control. The hypothesis is that the decision making towards this line of improvement have the potential to increase the zootechnical performance, Lastly, the elevate cost and interest rate over financing, as well as the lack of knowledge regarding up-to-date technologies and availability of good quality material required were the most important limiting factors obtained as explanation regarding the lower investment rates in strategies for automation and environment control in the farms studied.

4.6 Conclusion

The perception of the producers is that the types of swine farms included in the study have good profitability, considering a productive scenario by the expressive family production system with diversification in the activities in the farm and positive expectation towards family inheritance of the farm. Furthermore, the performance of the animals maybe has a positive association with the number of daily hours of work. The adoption in higher scale of automation of environment control by the producers is strictly related to the reduction of the initial investment, interest over loans and diffusion of knowledge regarding the state of the art for available technologies, as well as availability of good quality materials for performing such improvements.

4.7 References

- ABCS. 2016. Mapeamento da suinocultura brasileira. Brasília: Associação Brasileira de Criadores de Suínos Report No.: 1. [accessed 2020 Apr 13]. http://www.abcs.org.br/attachments/-01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf.
- Beker, FM; França, I; Lima, GFR; Bennemann, PE; Peripolli, V; Martins, Jr JO; Martins CEN. Ulguim, R da R; Bianchi, I. 2020. AMBIÊNCIA EM SUÍNOS: DO CONTROLE DA TEMPERATURA A SUINOCULTURA 4.0. In: *Investigação Científica e Técnica em Medicina Veterinária* 2. 1st ed. Atena Editora. p. 40–55. [accessed 2020 Aug 8]. <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3348>.
- Consoni, W; Cristani, J; Klaumann, F; Arruda, PM; Zimmermann, AT; Lorenzetti, RG; Dacoregio, TM; Thaler, Neto A; Traverso, SD. 2015. Análise produtiva e econômica de suínos criados nos sistemas wean-to-finish e convencional de produção. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 67(4):1087–1095. doi:10.1590/1678-4162-8036.
- Heinemann, RR. 2013. Causas da alta rotatividade de mão de obra na suinocultura independente no estado de Goiás. [accessed 2021 Jan 11]. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/50767>.
- Hoelscher, VI. 2018. Caracterização da atividade suinícola independente no Noroeste rio – grandense. Independent swine breeding characterization in the northwestern mesoregion of Rio Grande do Sul. [accessed 2021 Mar 23]. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/14884>.
- Horwat, DEG. 2019. Suinocultura na região metropolitana de Curitiba: caracterização da produção e da alimentação utilizada. [accessed 2021 Jan 10]. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/62315>.
- Hoste, R; Suh, H; Kortstee, H. 2017. Smart farming in pig production and greenhouse horticulture: An inventory in the Netherlands. Wageningen: Wageningen Economic Research. [accessed 2020 Apr 20]. <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/528627>.
- Kruger, SD; Silva, MAL; Mores, GDV; Petri, SM. 2019. Fatores determinantes para a sucessão familiar em estabelecimentos rurais da Região Oeste de Santa Catarina. *Exten Rur*. 25(4):57. doi:10.5902/2318179630576.
- Kumar,HD; Tiwari, R; Roy, R. 2014. Socio-economic factors and their influence on the production performance of commercial pig farms in India. *ASIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE*. 9(1):68–73.
- Machado, JG de CF; Nantes, JFD. 2011. Adoção da tecnologia da informação em organizações rurais: o caso da pecuária de corte. *Gestão & Produção*. 18(3):555–570. doi:10.1590/S0104-530X2011000300009.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2020. IN nº 113 de 16 de dezembro de 2020. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-113-de-16-de-dezembro-de-2020-294915279>.
- Massruhá, SMFS; Leite, MA de A. 2017. AGRO 4.0 – rumo à agricultura digital. *Controle & Automação*.:56–59.

- Miele, M. 2019. Custos de produção de suínos em 2018 nos países da rede InterPIG. [accessed 2021 Jan 11]. <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1116897/custos-de-producao-de-suin-os-em-2018-nos-paises-da-rede-interpig>.
- Miele, M; Filho, JI dos S; Martins, FM; Sandi, AJ; Sulenta, M. 2010. Custos de produção de suínos em países selecionados, 2010. [accessed 2021 Jan 11]. <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920351/custos-de-producao-de-suin-os-em-paises-selecionados-2010>.
- Motsa'a, JS; Defang, HF; Keambou, CT. 2019. Socio-economic and technical characteristics of pig (*Sus scrofa domesticus*) production system in the humid forest with monomodal rainfall agroecological zone of Cameroon. *Int J Bio Chem Sci.* 12(5):2318. doi:10.4314/ijbcs.v12i5.31.
- Piva, JH; Gonçalves, MD. 2014. O sistema wean-to-finish. In: *Produção de suínos: teoria e prática*. Vol. 1. 1st ed. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. p. 95–125.
- Santos, TC; Carvalho, C da CS; Silva, GC da; Diniz, TA; Soares, TE; Moreira, S de JM; Cecon, PR. 2018. Influência do ambiente térmico no comportamento e desempenho zootécnico de suínos. *Rev Ciên Agroveter.* 17(2):241–253. doi:10.5965/223811711722018241.
- SEBRAE. 2017. Tecnologia da informação no agronegócio. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Report No.: 1. <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Pesquisa%20SEBRAE%20-%20OTIC%20no%20Agro.pdf>.
- Silva, CA da; Agostini, P da S; Dias, CP; Callegari, MA; Santos, R de KS dos; Novais, AK; Pierozan, CR; Gasó, JG. 2017. Characterization and influence of production factors on growing and finishing pig farms in Brazilian cooperatives. *R Bras Zootec.* 46(3):264–272. doi:10.1590/s1806-92902017000300012.

5 CAPÍTULO III – DESEMPENHO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE EM DIFERENTES NÍVEIS DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DE PARÂMETROS DE AMBIÊNCIA EM TEMPO REAL

Performance of nursery pigs in different levels of real time environmental control technology

5.1 Introdução

Condições ambientais desfavoráveis onde suínos possam ser alojados fora da zona de termoneutralidade e a má qualidade do ar podem desencadear respostas fisiológicas e metabólicas indesejáveis. Dentre as principais estão as alterações do consumo voluntário, do ganho de peso, anabolismo e catabolismo muscular, e a diminuição da digestibilidade da dieta (CAMPOS *et al.*, 2017; CHATELET *et al.*, 2017; KAMPMAN-VAN, 2015; PASTORELLI *et al.*, 2012). O melhoramento genético suíno, ao potencializar o desempenho dos animais, tem aumentado a produção de calor pelos animais ao longo dos anos (BRANDL *et al.*, 2004; PIC, 2019). Ainda, diversos estudos têm apontado que condições ambientais desfavoráveis aos suínos nas fases de crescimento e terminação podem impactar negativamente o desempenho produtivo e econômico da fase (RENAUDEAU; GOURDINE; ST-PIERRE, 2011; ST-PIERRE; COBANOV; SCHNITKEY, 2003). Fato esse potencializado pela produção brasileira de carne suína localizar-se em regiões de clima tropical, diferentemente de outros países produtores importantes (NÄÄS; JUSTINO, 2014).

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso integrado de tecnologias para controle da ambiência de galpões de creche, através da automação do manejo de cortinas em sistema de ventilação natural em conjunto com interface remota para emissão de alertas em tempo real, e seu impacto em desempenho zootécnico, indicadores de ambiência e a possibilidade de redução da demanda de mão de obra.

5.2 Material e métodos

Todo os procedimentos deste estudo foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do Instituto Federal Catarinense Campus Araquari sob o protocolo 312/2019 (Apêndice 03).

5.2.1 Animais e instalações

O experimento foi conduzido em sítio com a fase creche localizada no município de Pouso Redondo em Santa Catarina/Brasil (27°16'03.29" S 49°49'39.71º) com capacidade de 75.000 animais no rebanho estabilizado. As avaliações foram conduzidas entre os meses de

dezembro de 2019 a dezembro de 2020, com alojamentos sequenciais de lotes de leitões desmamados com idade média de 26,5 dias e peso médio de $7,59 \pm 0,41$. Foram utilizados dois galpões de 36 baias, com 50 leitões por baia, totalizando uma capacidade média de 1.800 animais por galpão ($0,33\text{m}^2 \text{ cab}^{-1}$), com piso plástico, aquecimento com fornalha a lenha, comedouros automáticos (01 baia⁻¹) e bebedouros pendulares (04 baia⁻¹). Durante os primeiros 10 dias de alojamento os galpões contaram com sistema de aquecimento a lenha com acionamento automático.

Os lotes eram mistos (machos e fêmeas) com origem genética de múltiplas origens ($\bar{X} = 5,5$ origens lote⁻¹), com genética raças linha macho (Large White, Peitrain e Duroc) e linha fêmea (Landrace e Large White). A distribuição dos animais foi feita de forma homogênea entre os tratamentos, com baias de acordo com o sexo e alocadas de forma pareada ao alojamento (mesma origem e sexo).

Os leitões tiveram acesso *ad libitum* à água e ração durante todo o período de creche seguindo um programa alimentar comum para todos em cinco fases sendo elas a pré-inicial I e II (3.500 Kcal EM kg⁻¹, 1,50% Lis Dig), pré-inicial III (3.480 Kcal EM kg⁻¹, 1,50% Lis Dig), inicial I e II (3.450 Kcal EM kg⁻¹, 1,28% Lis Dig). A meta de consumo de ração em cada fase foi de 1,0, 2,0, 4,0, 7,0 e 10 kg de cada dieta respectivamente.

5.2.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido como um delineamento em blocos casualizados em dois galpões de ventilação natural: 1) galpão convencional; 2) galpão com motores de acionamento de cortina pela decisão de sensores. Foram avaliados oito lotes de 3.600 (2 x 1.800) animais cada. A duração média de cada lote foi de 36,25 ($\pm 2,11$) dias.

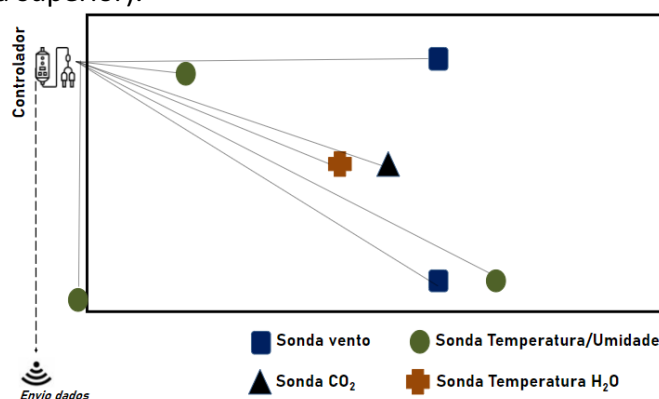
Os lotes de leitões foram alocados em um dos seguintes tratamentos: Controle, gestão da ambiência realizada pelo acionamento de cortinas de forma manual (GM) e GA, gestão da ambiência realizada pelo acionamento de cortinas de forma automática (GA). O tratamento GA foi integrado a um sistema inteligente de coleta e envio dos parâmetros de ambiente dos galpões para um sistema de gerenciamento online pela interface de um aplicativo de smartphone, sendo estes parâmetros visualizados em tempo real com o envio de mensagens SMS quando das leituras de parâmetros fora de limites pré-estabelecidos. No galpão com o tratamento manual (GM) utilizou-se o manejo convencional de ambiência de leitões de creche, contando com sensores e sondas de coleta de dados em tempo real para posterior

análise das variáveis aferidas sem visualização do responsável pelos animais, além de nenhuma tecnologia de automação de cortinas ou ventilação. No galpão com o tratamento automático (GA) houve o manejo inteligente das cortinas laterais (de forma independente) e acionamento de sistema de ventilação forçada através de circuladores de ar de maneira automática e instantânea. Além disso, houve o monitoramento dos parâmetros em tempo real via aplicativo de *smartphone* acessado pelo responsável da granja e, quando os indicadores ambientais ultrapassaram os limites críticos de referência, sendo para temperatura de $\pm 2,0$ °C da temperatura desejada, umidade relativa de 65 a 75% e CO₂ de acima de 3.000 ppm, alertas automáticos foram enviados via SMS informando a necessidade de verificação da ambiência do galpão.

5.2.3 Controle ambiental

Os galpões foram equipados com sensores para a coleta automática dos parâmetros de ambiência: temperatura do ar, umidade relativa, concentração de gás carbônico (CO₂) e temperatura da água de bebida. O GA contou com sonda de velocidade de vento, instalada transversalmente ao comprimento do galpão, para acionamento do cortinado na incidência de ventos fortes ($> 3 \text{ m s}^{-1}$) e oito circuladores de ar de 1,0 CV de potência. A FIGURA 06 apresenta a distribuição dos sensores dentro das instalações e os dados foram enviados em tempo real para a plataforma MeuLote da empresa Granter© sendo acessados em tempo real através de uma interface Web ou *Smartphone*. Além disso, um sensor para a aferição de temperatura e umidade foi instalada externamente, entre as duas instalações, para o monitoramento das condições ambientais do local. Fotos do galpão experimental no Apêndice 04.

Figura 6 - Localização das sondas de coleta de dados ambientais no interior das instalações experimentais (vista superior).



5.2.4 Desempenho e parâmetros avaliados

Ao final de cada lote foram obtidos o peso inicial, peso final, ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar ajustada pelo peso de saída e mortalidade acumulada do período. Uma amostra de 30% das baias de cada galpão foi pesada semanalmente durante todos os lotes, para avaliação do GPD semanal, GDP acumulado e número de animais mortos e removidos destas baias amostradas. Os indicadores ambientais dos últimos três lotes experimentais foram tabulados em planilhas eletrônicas e comparados semanalmente entre os tratamentos. Foram avaliados a temperatura ambiente (°C), umidade relativa (%), concentração de gás carbônico (CO₂, ppm). O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado a partir dos valores de temperatura e umidade relativa de acordo com a equação proposta por Botto et al. (2014) e Rauw et al. (2020):

$$ITU = 0,8 Tbs + UR (Tbs - 14,4) / 100 + 46,4$$

Onde:

ITU = Índice de Temperatura e Umidade.

Tbs = temperatura de bulbo seco, °C.

UR = umidade relativa do ar, %.

5.2.5 Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o software SAS® (SAS University Edition, 2021) e os resultados obtidos são descritos como as médias ± erro padrão da média ou percentual, de acordo com o tipo de variável. Os dados de temperatura, umidade relativa, temperatura da água, ITU e CO₂ foram agrupados por hora de alojamento (média e variação dos dados coletados com frequência de 1 minuto). As horas foram agrupadas em quadro períodos do dia: manhã (06:01 – 12:00 h), tarde (12:01 – 18:00 h), noite (18:01 – 00:00 h) e madrugada (00:01 – 06:00 h). As médias dos coeficientes de variação dos parâmetros ambientais foram convertidas para escala logarítmica por não apresentarem distribuição normal.

O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados, onde os lotes (ao longo do tempo) foram considerados como efeitos aleatórios e os tratamentos (manejo automático vs. manual) considerados como efeitos fixos. Para os parâmetros ambientais, a semana de alojamento e o período do dia (manhã, tarde, noite e madrugada) foram considerados como efeitos fixos.

Para peso vivo e GPD semanal das baias amostradas, o sexo foi considerado como efeito fixo e a baia foi utilizada como a medida repetida no tempo, uma matriz de variância e covariância simétrica heterogênea foi utilizada para modelar os resíduos correlacionados dentro (variância) e entre (covariância) cada semana (fase) de creche. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, sendo consideradas significativas ou tendências quando p menor que 5% e entre 5 e 10%, respectivamente.

5.3 Resultados

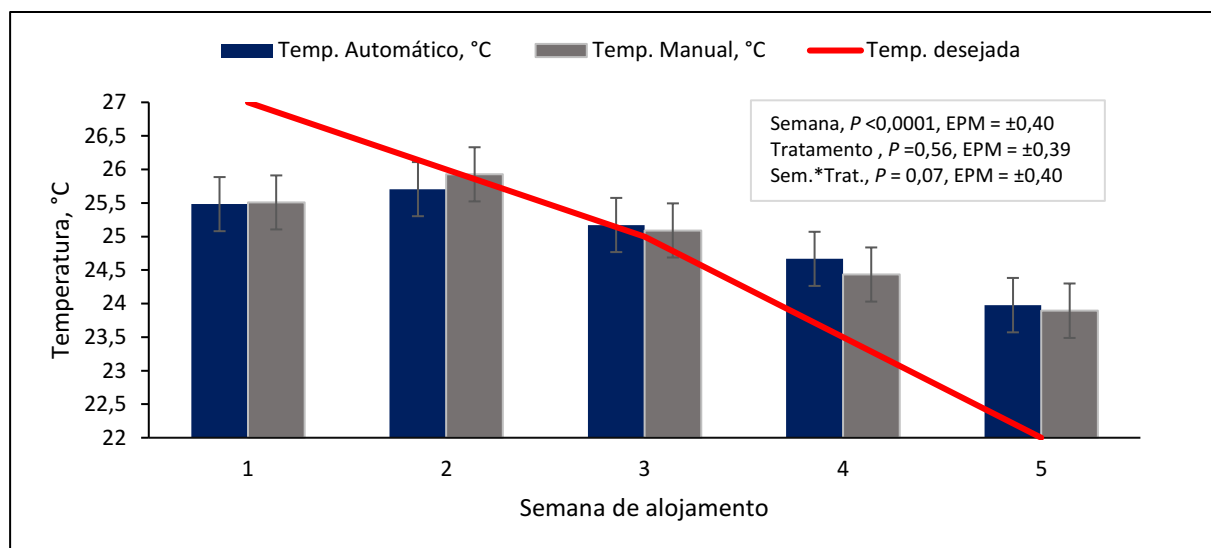
Esse estudo comparou o manejo convencional (manual) amplamente realizado em unidades de creche na região sul do Brasil com um sistema de automação do manejo de cortinas (controle mecânico automático) em galpões de ventilação natural.

O controle automático foi capaz de promover melhoria nos indicadores de ambiência (temperatura, umidade, ITU e CO₂) ao longo do período, assim como reduziu suas variações ao longo dos dias. Embora esta redução da variação dos indicadores avaliados tenha sido observada, em especial durante a noite e madrugada, o nível tecnológico empregado não foi eficaz em garantir a manutenção dos principais indicadores ambientais durante todo o período de creche, não refletindo em diferenças no desempenho zootécnico na fase.

5.3.1 Indicadores ambientais

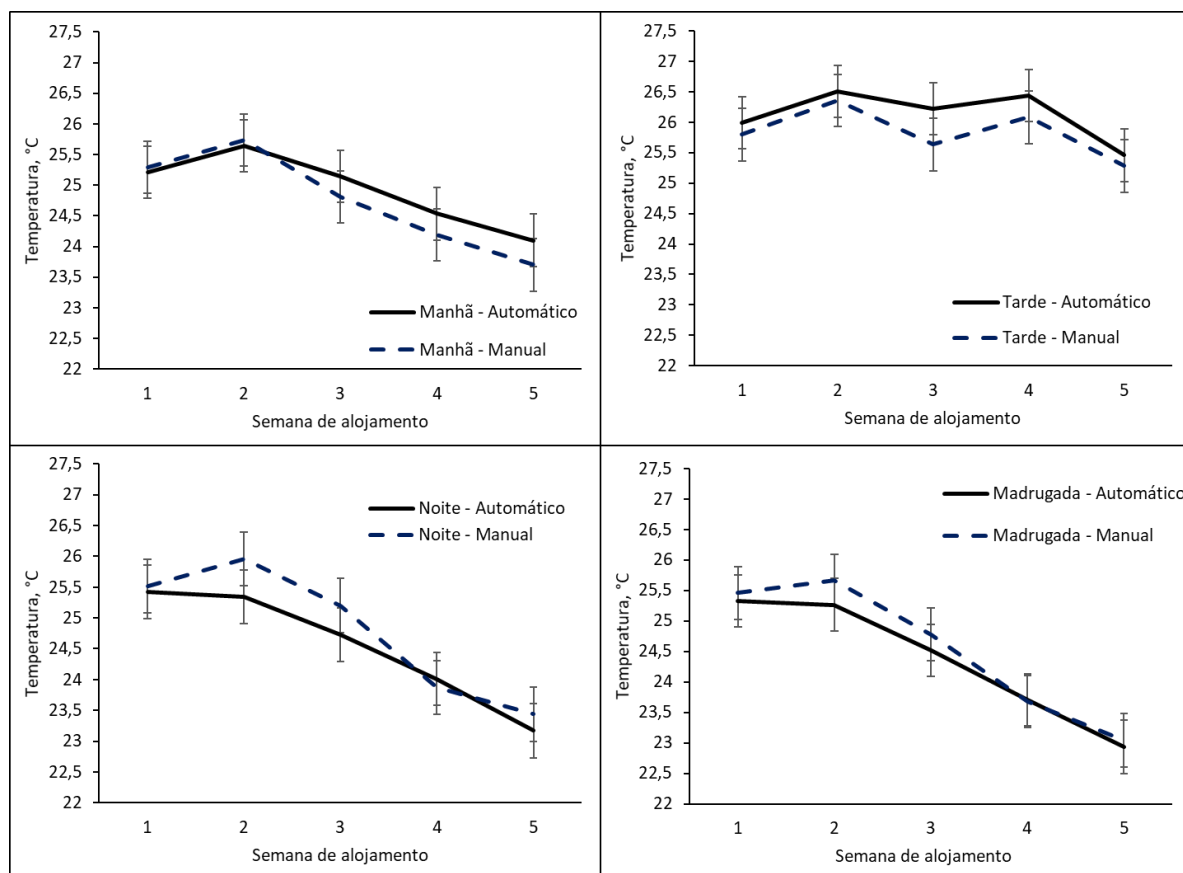
Não foram observadas diferenças significativas na temperatura ambiental entre os tratamentos. Uma interação entre o aumento da idade dos animais e os tratamentos foi tendenciado ($P = 0,07$), entretanto não houve diferença significativa dentro da mesma semana entre o manejo automático e manual. A FIGURA 07 apresenta o comportamento semanal da temperatura ambiental em cada tratamento. A temperatura ambiental teve um comportamento quadrático representado pela equação $Y = -0,1262X^2 + 0,3186X + 25,418$ ($R^2 = 0,95$). Um aumento gradual da produção de calor pelos animais com o aumento da idade já era esperado e pode explicar a elevação da temperatura ambiental na segunda semana. De maneira oposta, a redução da temperatura ambiental desejada é vista com o aumento da idade dos animais conforme as exigências da ZTN. O sistema de manejo automático foi ajustado para reduzir a temperatura desejada conforme a equação: $Y = -0,1449X + 27,055$ ($R^2 = 0,99$), onde 27°C foi a temperatura desejada no dia de alojamento e 22°C a temperatura desejada ao final da fase.

Figura 7 - Temperaturas (°C) e erros padrão médios (\pm) de galpões de creche em diferentes sistemas de controle de ambiente.



A FIGURA 08 apresenta o comportamento da temperatura ambiental dentro dos períodos do dia. A TABELA 16 apresenta o comportamento da variação da temperatura ambiental dentro de cada período do dia. Não houve efeito do fator tratamento ($P > 0,05$). Uma interação entre os fatores, semana vs. período do dia ($< 0,0001$), semana vs. tratamento (0,049) e tratamento vs. período do dia ($< 0,0001$) foi observada no comportamento da temperatura ambiental. A ausência de efeito significativo na temperatura ambiental na primeira semana, onde a mesma poderia ser esperada, é explicada pela presença de aquecimento artificial durante os 10 primeiros dias de alojamento.. Após essa fase observa-se diferenças significativas no coeficiente de variação da temperatura ambiente nos períodos noite e madrugada. Na segunda semana de alojamento no período noturno a temperatura média foi de 25,3 e 25,9 °C para o tratamento automático e manual, respectivamente. A variação da temperatura foi de 1,7 vs. 3,7% dentro de cada tratamento. No período madrugada houve diferença na variação das temperaturas ($P < 0,0001$), com redução da variação no tratamento automático (0,96 vs. 3,6%), com temperatura média de 25,3 e 25,7 °C para os tratamentos automático e manual. A menor variação do coeficiente de variação da temperatura ambiental foi observada na terceira e quarta semana durante a madrugada, e uma tendência foi observada durante a noite, mas sem efeito, proporcionando maior conforto ambiental para os animais do tratamento automático.

Figura 8 - Temperaturas de galpões de creche em diferentes sistemas de controle de ambiente durante os períodos manhã, tarde, noite e madrugada.



P-valor: semana (<0,0001); período (<0,001); tratamento (0,8685); semana*período (<0,0001); semana*tratamento (0,049); tratamento*período (<0,0001); semana*tratamento*período (0,7675).

O comportamento da temperatura da água foi semelhante a temperatura ambiental. Os dados coletados são apresentados nas TABELAS 13 e 14 não permitem uma comparação justa entre os galpões experimentais uma vez que os valores foram obtidos com o uso de uma única sonda automática por galpão. Os valores obtidos permitem inferências sobre o impacto do sistema de abastecimento de água no interior da granja (ducto central aéreo e derivações laterais para baias) sobre a qualidade da água. A rede de abastecimento da granja experimental é subterrânea. A temperatura de entrada da água na caixa d'água de ambos os galpões foi medida manualmente uma vez por semana, não apresentam diferenças significativas entre os galpões ($\bar{x} = 22 \pm 0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Tabela 13 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre a temperatura da água de bebida.

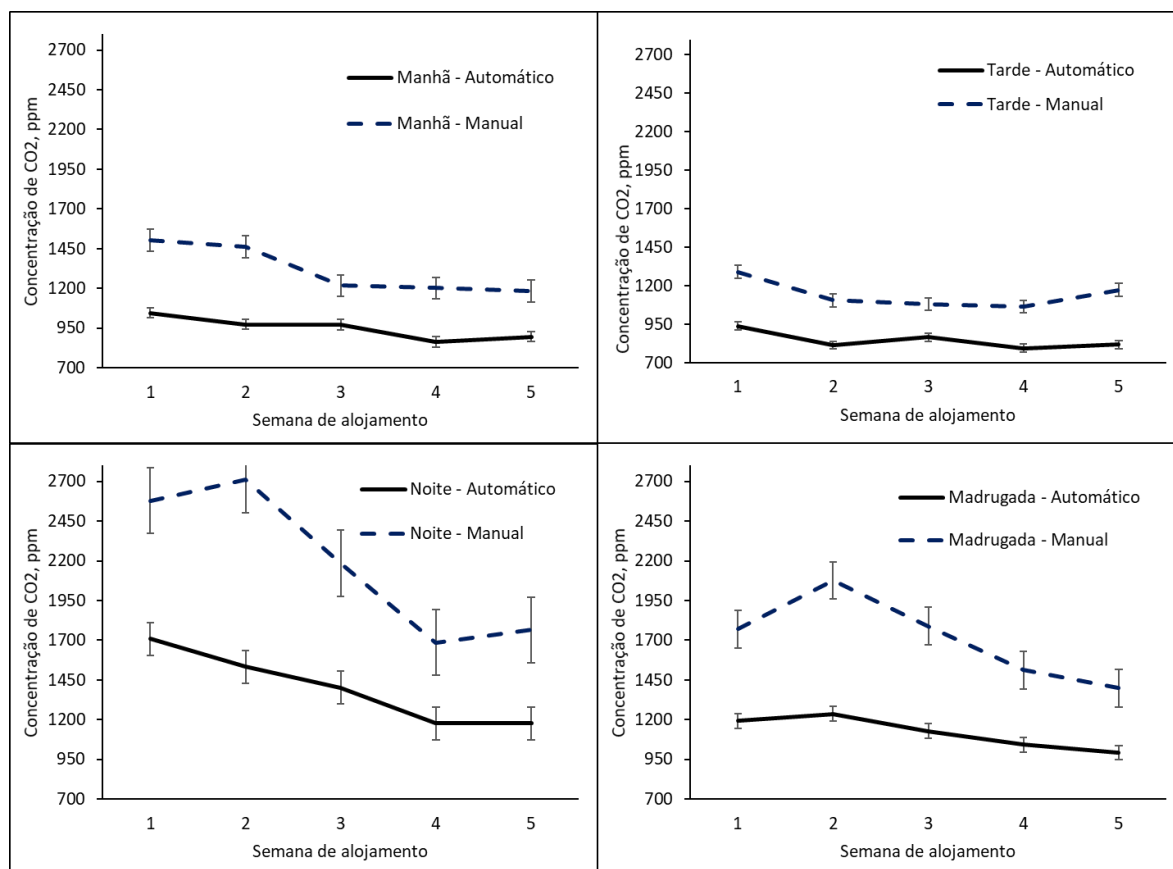
Semana de alojamento	Tratamentos	EPM	Valores de P
----------------------	-------------	-----	--------------

	Controle automático	Controle manual		Tratamento
1	25,84 ^a	24,38 ^b	0,85	<0,0001
2	25,20 ^a	25,00 ^a	0,85	0,041
3	24,65 ^a	24,15 ^b	0,85	<0,0001
4	24,81 ^a	23,63 ^b	0,85	<0,0001
5	24,05 ^a	23,22 ^b	0,85	<0,0001

P-valor: semana (<0,0001); período (<0,001); semana*período (<0,0001); semana*tratamento (<0,001); tratamento*período (0,0254); semana*tratamento*período (0,2385).

A concentração de CO₂ no interior das instalações diminui com o aumento da idade dos animais (P<0,05). A concentração média durante toda a fase foi de 867 e 1.254 ppm para o tratamento automático e manual, respectivamente. O aumento na concentração de CO₂ durante a noite e madrugada já era esperado pelo fato de as cortinas passarem a maior parte desse período fechadas para manutenção da temperatura ambiente. O sistema automático não foi ajustado para garantir a renovação do ar de acordo com a concentração de CO₂, entretanto as concentrações foram menores (P<0,0001) em todos os períodos do dia. A FIGURA 09 apresenta os valores médios em cada período do dia e semana de alojamento. A TABELA 17 apresenta a variação da concentração de CO₂ por período do dia. Houve interação entre os tratamentos e o período do dia (P<0,01), que foi explicada pela ausência de efeito do tratamento na primeira, segunda e quinta semana de alojamento e pela maior variação da concentração de CO₂ no tratamento automático na quinta semana.

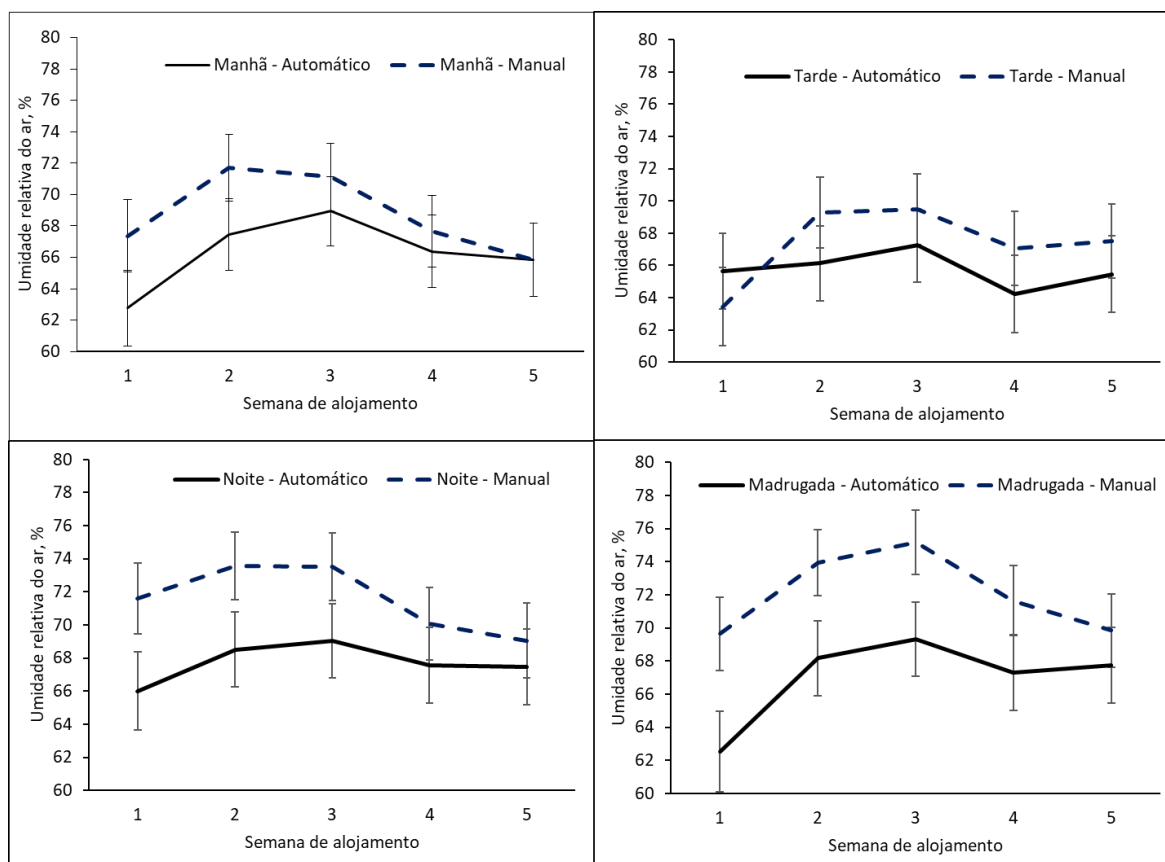
Figura 9 - Concentração de gás carbônico (CO₂, ppm) de galpões de creche em diferentes sistemas de controle de ambiente.



P-valor: semana (<0,0001); tratamento (<0,001); período (<0,001); semana*período (<0,0001); semana*tratamento (0,0241); tratamento*período (<0,0001); semana*tratamento*período (0,2764).

A umidade relativa apresentou interação tripla entre período do dia, tratamento e semana de alojamento. Durante a noite e madrugada os valores de UR tenderam a ser maiores do que o dia. Durante as três primeiras semanas o manejo manual apresentou maiores valores de UR durante noite e madrugada. Os valores médios por período do dia são apresentados na FIGURA 10. A TABELA 18 apresenta o coeficiente de variação dos valores dentro de cada período do dia. Não houve efeito do tratamento sobre a variabilidade da UR. A variação foi maior durante o dia em relação à noite, onde ambos os sistemas operaram com o sistema de cortinas fechados a maior parte do tempo.

Figura 10 - Umidade relativa do ar (%) de galpões de creche em diferentes sistemas de controle de ambiente.



P-valor: semana (<0,0001); tratamento (<0,001); período (<0,001); semana*período (<0,0001); semana*tratamento (<0,0001); tratamento*período (<0,0001); semana*tratamento*período (<0,0001).

Houve efeito dos tratamentos sobre o ITU ($P < 0,001$) durante as três primeiras semanas, assim como uma interação entre período do dia e tratamento foi observada ($P < 0,001$) em toda a fase. O sistema automático proporcionou menores valores de ITU dentro dos diferentes períodos do dia. Os valores médios para cada semana foram: 73,16, 74,10, 73,33, 72,41, 71,43 para o tratamento automático e 73,55, 75,12, 74,01, 72,70 e 71,66 para o tratamento manual nas semanas um, dois, três, quatro e cinco respectivamente. ($P = 0,002$). A TABELA 15 apresenta os valores de ITU por período do dia e semana de alojamento. A TABELA 19 apresenta a variação dos valores nos mesmos períodos. Uma maior homogeneidade dos valores foi proporcionada pelo tratamento automático no período da noite e madrugada nas quatro primeiras semanas de alojamento.

Tabela 14 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre a temperatura da água de bebida em diferentes períodos.

Período	Manhã		Tarde		Noite		Madrugada		EPM	P-valor			
	Semana	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático		Manual	Tratamento	Período	Trat*Período
1		25,75a	24,38b	24,99a	24,07b	25,82a	24,38b	26,82a	24,73a	0,85	<0,0001	<0,0001	<0,0001
2		25,56a	25,17a	25,29a	25,05a	24,75a	24,78a	25,21a	24,93a	0,85	0,0410	0,0014	0,002
3		24,72a	24,25a	25,11a	24,53a	24,32a	24,04a	24,44a	23,77a	0,85	<0,0001	<0,0001	<0,0001
4		24,99a	23,75b	25,99a	24,77b	24,25a	23,25b	24,02a	22,74b	0,85	<0,0001	<0,0001	<0,0001
5		24,55a	23,36b	24,8a	24,01a	23,41a	22,92a	23,42a	22,58a	0,85	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Médias com letras diferentes na linha diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey dentro do período do dia entre tratamentos.

Tabela 15 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o índice de temperatura e umidade (ITU) em diferentes períodos.

Período	Manhã		Tarde		Noite		Madrugada		EPM	P-valor			
	Semana	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático		Manual	Tratamento	Período	Trat*Período
1		72,68a	72,90a	73,74a	73,45a	73,37a	74,11a	72,85a	73,75a	0,81	0,010	<0,0001	<0,0001
2		73,95a	74,64a	74,69a	75,01a	73,9b	75,6a	73,84b	75,24a	0,81	<0,0001	0,040	<0,0001
3		73,28a	73,39a	74,32a	74,12a	72,94b	74,45a	72,79b	74,07a	0,81	<0,0001	0,000	<0,0001
4		72,03a	72,18a	74,4a	74,37a	71,78a	72,13a	71,42a	72,10a	0,81	0,061	<0,0001	<0,0001
5		71,57a	71,15a	73,16a	73,19a	70,63a	71,38a	70,38a	70,93a	0,81	0,184	<0,0001	<0,0001

Médias com letras diferentes na linha diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey dentro do período do dia entre tratamentos na semana.

Tabela 16 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o coeficiente de variação (%) de temperatura (°C) em diferentes períodos.

Período	Manhã		Tarde		Noite		Madrugada		EPM	P-valor		
	Semana	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático		Manual	Tratamento	Período
1	5,64a	6,60a	5,06a	4,89a	4,27a	6,35a	3,25a	5,85a	0,49	0,001	0,026	0,002
2	3,91a	4,92a	4,18a	5,40a	1,66a	3,7a	0,96b	3,59a	0,32	<0,0001	<0,0001	<0,0001
3	4,97a	5,79a	5,70a	4,83a	1,61a	3,34a	0,94b	4,04a	0,34	<0,0001	<0,0001	<0,0001
4	7,12a	7,76a	4,62a	7,04a	4,81a	6,21a	1,71b	6,36a	0,49	<0,0001	<0,0001	<0,0001
5	6,84a	7,45a	7,43a	7,29a	4,98a	6,26a	3,54a	4,43a	0,55	0,097	<0,0001	<0,0001

Médias com letras diferentes na linha diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey dentro do período do dia entre tratamentos.

Tabela 17 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o coeficiente de variação (%) de gás carbônico (ppm) em diferentes períodos.

Período	Manhã		Tarde		Noite		Madrugada		EPM	P-valor		
	Semana	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático		Manual	Tratamento	Período
1	19,66a	15,07a	13,18a	15,92a	9,23a	8,04a	3,97a	4,53a	1,04	0,818	<,0001	<,0001
2	22,59a	34,52a	10,39a	18,27a	11,47a	14,05a	6,66a	7,52a	1,46	0,001	<,0001	<,0001
3	18,1a	29,02a	11,23a	11,75a	9,43a	11,85a	7,29a	12,86a	1,38	0,001	<,0001	<,0001
4	22,83a	23,21a	9,64a	8,69a	10,79a	11,47a	8,13a	13,01a	1,34	0,169	<,0001	<,0001
5	17,7a	15,23a	14,16a	13,92a	14,05a	14,69a	10,19a	7,42a	1,44	0,635	0,002	0,0150

Médias com letras diferentes na linha diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey dentro do período do dia entre tratamentos.

Tabela 18 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o coeficiente de variação (%) da umidade relativa (%) em diferentes períodos.

Período	Manhã		Tarde		Noite		Madrugada		EPM	P-valor		
	Semana	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático		Manual	Tratamento	Período
1	8,78a	6,56a	6,98a	6,67a	2,96a	3,62a	3,47a	2,25a	0,64	0,212	<,0001	<,0001
2	5,43a	7,46a	5,09a	6,58a	1,76a	1,86a	1,05a	1,10a	0,40	0,149	<,0001	<,0001
3	4,66a	5,38a	4,81a	4,06a	1,43a	1,37a	0,97a	1,35a	0,34	0,580	<,0001	<,0001
4	6,53a	8,8a	7,48a	6,28a	2,30a	2,33a	1,75a	2,17a	0,54	0,448	<,0001	<,0001
5	6,79a	8,1a	8,58a	6,65a	3,27a	2,47a	2,23a	2,46a	0,62	0,614	<,0001	<,0001

Médias com letras diferentes na linha diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey dentro do período do dia entre tratamentos.

Tabela 19 - Efeito de diferentes controles de ambiente em galpões de creche sobre o coeficiente de variação (%) do índice de temperatura e umidade (ITU) em diferentes períodos.

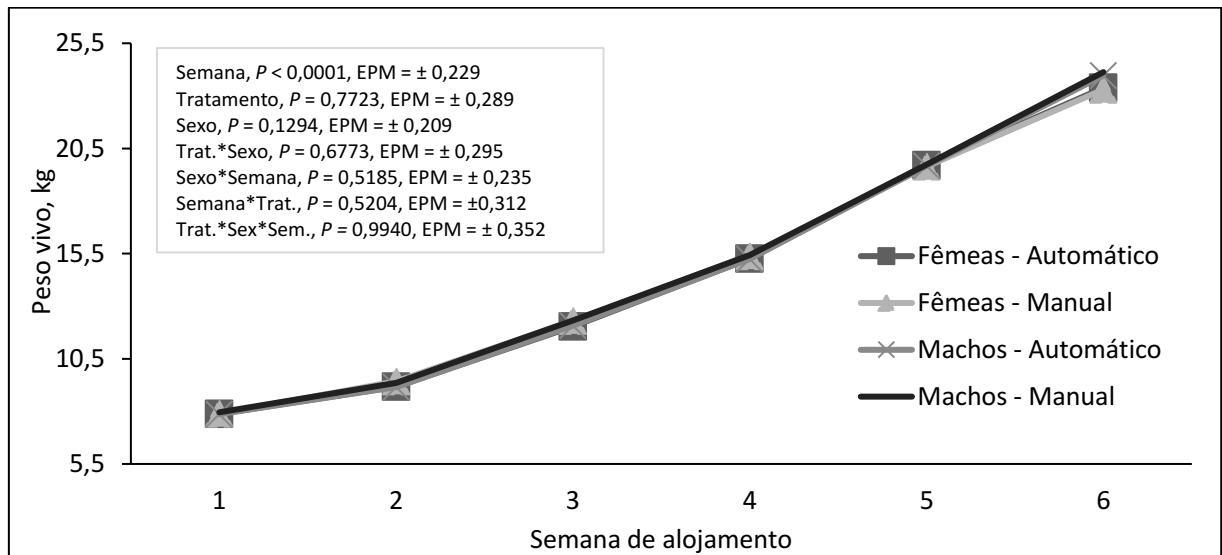
Período	Manhã		Tarde		Noite		Madrugada		EPM	P-valor		
	Semana	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático		Manual	Tratamento	Período
1	1,09a	2,06a	0,8a	1,48a	0,53b	1,17a	0,45a	0,88a	1,15	<,0001	<,0001	<,0001
2	0,8a	1,68a	0,87a	1,7a	0,49a	0,92a	0,35a	0,74a	1,16	<,0001	<,0001	<,0001
3	1,1a	2,07a	0,96a	1,54a	0,43b	1,04a	0,47b	1,18a	1,15	<,0001	<,0001	<,0001
4	1,47a	2,71a	1,25a	1,89a	0,88a	1,92a	0,67b	2,07a	1,23	<,0001	0,0022	<,0001
5	1,8a	2,47a	1,86a	2,34a	1,01a	1,86a	0,88a	1,34a	1,28	0,001	<,0001	<,0001

Médias com letras diferentes na linha diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey dentro do período do dia entre tratamentos.

5.3.2 Desempenho produtivo

Não foram observadas diferenças significativas para os indicadores produtivos avaliados. A FIGURA 11 apresenta a evolução do peso vivo dos animais por tratamento e sexo. A FIGURA 12 apresenta os valores de GPD semanal. Uma tendência para interação entre os fatores tratamento e sexo foi observada ($P = 0,0697$), onde machos do tratamento manual apresentaram menor GPD do que fêmeas do mesmo tratamento (331 vs. 339 g dia⁻¹) enquanto machos criados com manejo automático apresentaram GPD maior do que fêmeas (330 vs. 324 g dia⁻¹).

Figura 11 – Curva de crescimento de leitões em creche com diferentes sistemas de controle de ambiente.



Também não foram observadas diferenças significativas no número de animais removidos (mortalidade e refugos) nos diferentes tratamentos (FIGURA 13), animais machos tenderam a ser mais facilmente removidos durante a fase de creche, com maior média observada para machos alojados em manejo manual (+0,5 animais removidos por baia de 47 animais). A TABELA 20 apresenta os principais indicadores produtivos observados. Os valores são referentes a 16 lotes ($n = 8$). Não foram observadas diferenças significativas para os indicadores peso inicial, peso final, GPD e mortalidade. Embora o comportamento de menor porcentagem de mortalidade tenha sido observado em todos os lotes com manejo automático não foi observada diferença significativa para esse indicador. Número reduzidos de avaliações e a variação entre lotes pode ter influenciado uma melhor avaliação desse indicador. A

conversão alimentar diferiu entre os tratamentos ($P = 0,01$), com uma melhoria aproximada de 2% para o tratamento manual.

Figura 12 – Ganho de peso médio diário de leitões em creche com diferentes sistemas de controle de ambiente.

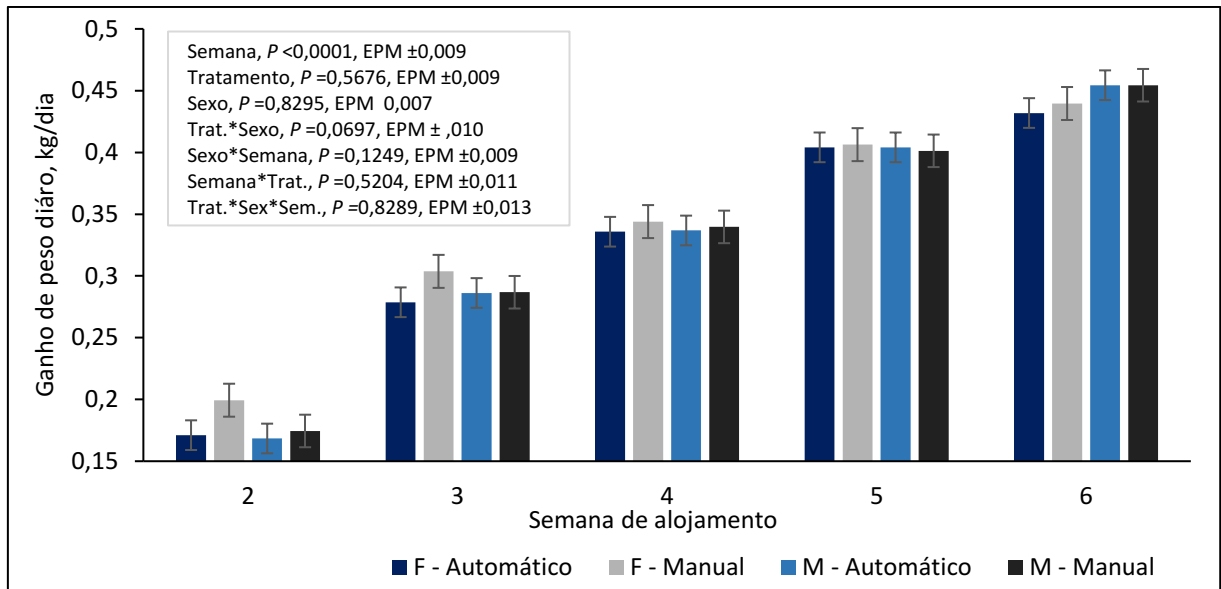


Figura 13 - Número de leitões removidos durante a fase de creche com diferentes sistemas de controle de ambiente.

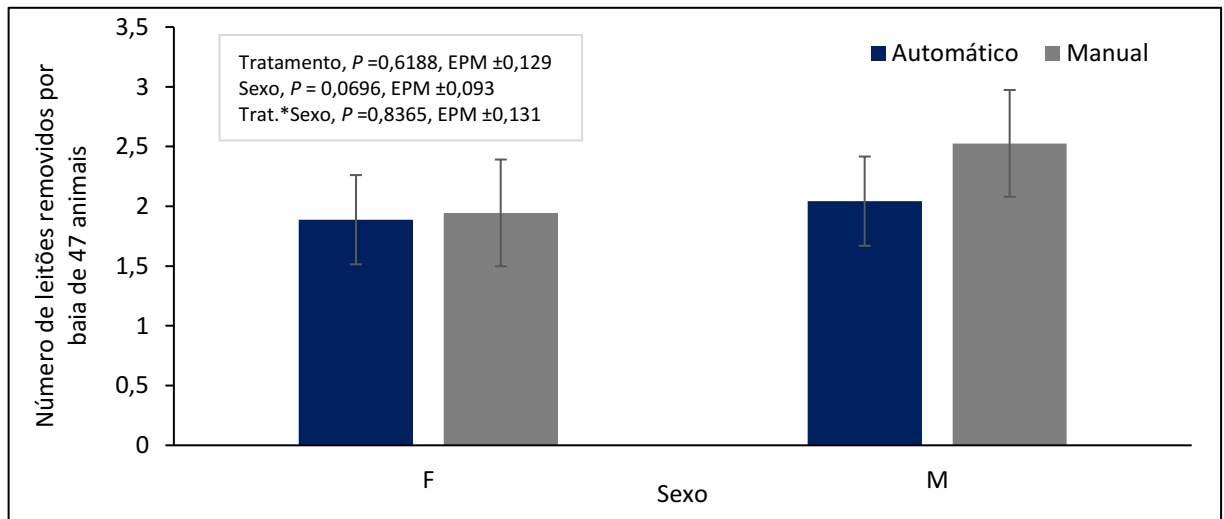


Tabela 20 - Desempenho zootécnico na fase de creche para leitões criados com manejo manual e automático da ambiência (acumulado de oito lotes).

Parâmetros	Tratamento		CV (%)	P-valor	
	Manual	Automático		Lote	Tratamento
Peso inicial, kg	7,58	7,67	3,75	0,0669	0,5279
Peso final, kg	23,80	23,53	3,32	0,0039	0,4866
GPD, g dia ⁻¹	444	435	4,08	0,0248	0,2913
Conversão alimentar, g g ⁻¹	1,47	1,50	1,22	0,0065	0,0098*
Consumo, kg animal ⁻¹	23,95	23,86	4,22	0,0014	0,8476
Mortalidade, %	1,46	1,30	7,97	0,5104	0,2821

*Médias diferem entre si à 5% de significância pelo teste de Tukey.

5.4 Discussão

O objetivo central desse estudo foi comparar a eficácia da substituição do manejo convencional da gestão da ambiência na fase de creche (realizado manualmente) por um sistema de automação integrado para controle do manejo de cortinas e ventilação (pressão positiva) com acionamento inteligente em conjunto com interface remota para emissão de alertas em tempo real das condições ambientais da instalação. Os indicadores ambientais e de desempenho zootécnico foram utilizados como respostas para a efetividade do sistema automático. Ambos os sistemas avaliados não eram climatizados/refrigerados, ou seja, não possuíram efetividade para redução da temperatura ambiental quando necessário e não contaram com sistema de ventilação em pressão negativa, que apresenta maior eficiência para controle da temperatura ambiental.

A temperatura ambiental é o indicador ambiental mais amplamente lembrado nas fases iniciais de crescimento e que mais afeta o bem-estar dos suínos (DIAS; SILVA; MANTECA, 2015). Essa importância se dá pelo fato da maior facilidade que os animais jovens possuem em dissipar calor em resposta a sua maior relação entre área superficial específica e massa corporal e ainda um menor isolamento térmico pela camada de gordura subcutânea (BRUCE; CLARK, 1979). Os dados observados nesse estudo apontaram uma eficiência abaixo do desejado para a temperatura ambiental na primeira semana de alojamento na fase de creche, entretanto não comprometeu significativamente o GPD esperado para a fase. O comportamento observado na temperatura da segunda semana (temperatura média superior a primeira semana) de alojamento não era esperado, e pode ser explicado pela incapacidade de aquecimento na primeira semana de alojamento. O aumento da produção de calor

metabólico pelos animais pode explicar a maior temperatura média no período diurno, com maior temperatura ambiente e maior atividade física dos animais. Embora a curva de temperatura proposta por Kummer et al. (2009) seja superior a curva adotada nesse estudo os autores atentam para a importância da observação do comportamento animal durante toda a fase de creche e a diferença entre a temperatura ambiente e a sensação térmica (resultado da interação dos fatores: temperatura, umidade e velocidade de vento).

Variações cíclicas na temperatura ambiental interna das instalações podem não implicar em reduções do desempenho de leitões na fase de creche. Um estudo conduzido por Johnston et al. (2013) avaliou estratégias de redução da temperatura ambiental noturna nessa fase. A temperatura ambiente foi reduzida 6°C a partir do sétimo dia (exp. 01) e 8,3°C a partir do quinto dia de creche (exp. 2) entre 19:00h - 7:00h. Os autores não encontraram reduções no desempenho dos lotes ou aumento da mortalidade na fase em nenhum dos experimentos. Além disso, uma economia potencial de 30% e 20% nos gastos com aquecimento de origem fóssil ou elétrico, respectivamente pode ser obtida.

Os dados de temperatura da água observados apresentaram um comportamento muito semelhante a temperatura ambiente das instalações, entretanto com uma menor variação dos valores ao longo do dia. Não há um padrão bem estabelecido para a temperatura da água de bebida nas diferentes idades. Valores entre 12 a 26°C são apresentados na literatura como ideias para suínos independentemente da idade. Temperaturas da água acima de 32°C são prejudiciais pelo fato de desestimularem o consumo (NÄÄS; JUSTINO, 2014; PINHEIRO, 2020) e temperaturas ao entorno de 18 °C devem ser preconizadas (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014; PINHEIRO, 2020). Água é um nutriente essencial para o desenvolvimento animal, além de auxiliar nos processos de troca térmica, principalmente em situações de estresse por calor (NRC, 1981, 2012), e a garantia do seu fornecimento na temperatura adequada que estimule o consumo é crucial para garantir desempenho animal.

Bigelow & Houpt (1988) caracterizaram padrões comportamentais e a relação entre consumo de alimento e ingestão de água para suínos. Uma relação de 2:1 (ml água/ g de ração) foi observada pelas autoras para animais entre 10-20kg de peso vivo. O consumo de água foi maior durante o período do dia ($\pm 58\%$) do que a noite, com o comportamento de ingestão associado ao consumo de ração. Um quarto da ingestão de água ocorre no período pré-prandial, cerca de 50% intra ou pós-prandial e somente 25% não relacionado ao consumo de

ração durante o dia. Dessa maneira, períodos do dia com temperatura da água elevada que possam inibir ou desestimular o consumo de água possuem potenciais negativos ao consumo de ração, podendo comprometer o ganho de peso, caso não haja consumo compensatório nos momentos com menor temperatura ambiental.

A concentração de CO₂ observada em ambos os tratamentos foi maior do que valores anteriormente encontrados por Silveira et al. (2009), que observou somente concentrações durante o período diurno. Os autores também relatam uma maior variação da concentração de CO₂ no período da tarde em contraste aos resultados observados por esse estudo, onde o período da manhã apresentou maior coeficiente de variação da concentração do gás. Sousa et al. (2014) encontraram valores médios de 1.200 ppm de CO₂ em instalações para animais na fase de terminação utilizando cama sobreposta (maravalha e bagaço de cana-de-açúcar), com valor próximo ao observado no tratamento com manejo manual desse estudo.

Os limites aceitáveis de CO₂ nas instalações de suínos variam entre 1.500 a 3.000 ppm (DONHAM et al., 2006; HARMON et al., 2012; PIVA; GONÇALVES, 2014). O limite crítico superior para a fase de creche não deve ultrapassar a concentração de 1.500 ppm na média da fase (35 – 42 dias). Valores acima dessa concentração podem favorecer a ocorrência de doenças respiratórias e comprometer o desempenho dos animais, embora a concentração letal do gás seja de aproximadamente 30.000 ppm (HARMON et al., 2012). Os valores observados durante todo o experimento também estiveram dentro da faixa limite para garantir a saúde ocupacional dos trabalhadores envolvidos na atividade (SILVEIRA et al., 2009; SOUSA et al., 2014).

A avaliação do conforto ambiental foi realizada através do ITU, que relaciona as variáveis temperatura ambiental e umidade relativa para atribuir um índice de conforto térmico (SAMPAIO et al., 2004). Embora menos preciso que o Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1977), o ITU é uma avaliação simples e prática de ser obtida em condições práticas de campo, com boa aplicabilidade em granjas produtoras de suínos. As limitações do uso do ITU em regiões com alta radiação solar ou movimentação do ar são discutidas por Sampaio et al. (2004) e Buffington et al. (1981), e pode explicar a pequena diferença observada entre os tratamentos avaliados nesse estudo. Cecchin et al., (2019) apresenta que os valores desejados para ITU em suínos em crescimento são abaixo de 74 pontos. Nääs e Moura (2006) classificam as faixas referências para ITU, como:

normal/desejado (menor que 74), alerta (74 a 78), perigo (78 a 83) e emergência/crítico (acima de 83). Os valores observados nesse estudo comportaram-se na maior parte do tempo dentro da faixa ideal, com momentos de alerta em alguns períodos do dia, em especial na segunda semana de alojamento. A diferença observada entre tratamentos e períodos pode ser explicada pela maior variação nos valores de umidade relativa (Figura 10), que diferiu entre os tratamentos ao longo dos períodos do dia e semana de alojamento. Entretanto, os valores observados permaneceram dentro da faixa ideal para esse indicador, entre 60-80%, conforme apontado por (ARAÚJO et al., 2019; CARVALHO; OLIVEIRA; TURCO, 2004).

Agostini et al., (2013) avaliaram diferentes fatores que afetam o desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação. O estudo foi realizado na Espanha e apresenta dados de 452 propriedades. Os autores apontam uma melhoria da conversão alimentar de suínos criados em sistemas com ventilação automática, menor consumo de ração até o abate com GPD semelhante a animais criados em sistema de manejo manual. Uma tendência de menor mortalidade também foi observada pelos autores (4,7 vs. 4,1%, para manejo de ventilação manual e automático respectivamente). Os efeitos observados por esse e outros estudos (AGOSTINI et al., 2013; KPODO; DUTTLINGER; JOHNSON, 2019; LALLY; EDWARDS, 2001) apresentam resultados comparativos entre sistemas de ventilação positiva e negativa, ou variações dentro de instalações de pressão negativa e não comparações entre o manejo manual e automatizado dos indicadores ambientais. Diferenças significativas para os indicadores zootécnicos relatados nesses estudos são atribuídas a melhoria do conforto ambiental dos suínos, sobretudo de animais na fase de crescimento e terminação, alcançadas com a adoção de estratégias de climatização ou microclima interno ao longo das instalações.

5.5 Conclusões

A utilização de ferramentas de automação e gestão em tempo real da ambiência na fase de creche apresentou melhorias nas condições ambientais observadas nesse estudo. Uma redução da variabilidade dos indicadores ambientais ao longo do dia pode ser esperada quando o manejo foi realizado de forma automática, independente da mão de obra humana. Observou-se que nos períodos com menor disponibilidade de mão de obra (noite e madrugada) a gestão automática foi mais efetiva no controle de indicadores como

concentração de CO₂ e do ITU. A variação dos valores de UR se comportou mais homogênea ao longo das semanas de alojamento nesses mesmos períodos.

Não foram encontradas diferenças significativas para os principais indicadores de desempenho produtivo na fase. Um efeito significativo sobre a CA foi observado para o tratamento com manejo manual da ambiência, entretanto sem diferença significativa para o ganho de peso na fase. Embora nossos dados não tenham apresentado diferenças significativas para número de animais removidos e mortalidade da fase, um comportamento homogêneo com menores percentuais desses indicadores para o manejo automático foram observados ao longo do estudo. O delineamento experimental adotado e o número de lotes avaliados nesse estudo podem ter comprometido a visualização dessa resposta. Embora tenha sido observado diferenças significativas nas condições ambientais, os valores observados permaneceram dentro da faixa desejada para a categoria animal estuda, o que por sua vez garantiu o desempenho dos animais.

As ferramentas de automação, controle e gestão automática da ambiência na fase de creche foram capazes de substituir a mão de obra humana, sem afetar o desempenho produtivo. O pacote tecnológico adotado nesse estudo, adotou uma estratégia de automação básica, com custo de investimento reduzido em relação a sistemas mais tecnificados, e que foi capaz de reduzir a demanda de mão de obra na fase estudada. Estratégias de automação aliadas a climatização total das instalações podem ser mais efetivas na melhoria da resposta produtiva dos animais, em contraste ao observado nesse estudo.

5.6 Referências

- AGOSTINI, P. S. et al. Descriptive study of production factors affecting performance traits in growing-finishing pigs in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 371, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5424/sjar/2013112-3011>
- ARAÚJO, S. N. R. de et al. conforto térmico e desempenho de leitões criados em gaiolas enriquecidas com piso de resíduos de EVA (etileno-acetato de vinila). *ENERGIA NA AGRICULTURA*, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 230–240, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2019v34n2p230-240>
- BIGELOW, J. A.; HOUP, T. R. Feeding and drinking patterns in young pigs. *Physiology & Behavior*, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 99–109, 1988. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(88\)90104-7](https://doi.org/10.1016/0031-9384(88)90104-7)
- BOTTO, L. et al. The effect of evaporative cooling on climatic parameters in a stable for sows. *Research in Agricultural Engineering*, [s. l.], v. 60, n. Special Issue, p. S85–S91, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.17221/40/2013-RAE>
- BRANDL, T. M. B. et al. A literature review of swine heat production. *Transactions of the ASAE*, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 259–270, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.13031/2013.15867>
- BRUCE, J. M.; CLARK, J. J. Models of heat production and critical temperature for growing pigs. *Animal Science*, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 353–369, 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0003356100023266>
- BUNFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity comfort index for dairy cows. *American Society of Agricultural Engineers*, 1977. 19f.
- BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transaction of the ASAE, St. Joseph*, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- CAMPOS, P. H. R. F. et al. Physiological responses of growing pigs to high ambient temperature and/or inflammatory challenges. *Revista Brasileira de Zootecnia*, [s. l.], v. 46, n. 6, p. 537–544, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1806-92902017000600009>
- CARVALHO, L. E. de; OLIVEIRA, S. M. P.; TURCO, S. H. N. Utilização da nebulização e ventilação forçada sobre o desempenho e a temperatura da pele de suínos na fase de terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, [s. l.], v. 33, p. 1486–1491, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000600015>
- CECCHIN, D. et al. Thermal comfort of pigs housed in different installations. *Agronomy Research*, [s. l.], v. 17, p. 378–384, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.15159/AR.19.117>
- CHATELET, A. et al. Impact of hygiene of housing conditions on performance and health of two pig genetic lines divergent for residual feed intake. *animal*, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 350–358, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731117001379>
- DIAS, C. P.; SILVA, C. A. da; MANTECA, X. Bem-estar dos suínos. 1. ed. [S. l.]: Londrina, 2014. (, v. 1). v. 1
- DIAS, C. P.; SILVA, C. A. da; MANTECA, X. Efeitos do alojamento no bem-estar de suínos em fase de crescimento e terminação. *Ci. Anim.*, [s. l.], p. 76–92, 2015.

- DONHAM, K. et al. Safety in swine production systems. *Pork information gateway*, [s. l.], p. 8, 2006.
- HARMON, J. D. et al. Field performance evaluation of a ventilation system: a swine case study. *Applied Engineering in Agriculture*, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 251–257, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.13031/2013.41342>
- KAMPMAN-VAN, E. H. Impact of health status on amino acid requirements of growing pigs. 2015. Tese - Wageningen University, Wageningen, 2015.
- KPODO, K. R.; DUTTLINGER, A. W.; JOHNSON, J. S. Effects of pen location on thermoregulation and growth performance in grow-finish pigs during late summer¹. *Translational Animal Science*, [s. l.], v. 3, n. 2, p. txz033, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/tas/txz033>
- KUMMER, R. et al. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. *Acta Scientiae Veterinariae.*, [s. l.], v. 1, n. 37, p. 195–209, 2009.
- LALLY, J. J.; EDWARDS, W. M. Performance differences in swine finishing facilities with natural and tunnel ventilation. *Applied Engineering in Agriculture*, [s. l.], v. 17, n. 4, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.13031/2013.6468>. Acesso em: 26 abr. 2020.
- NÄÄS, I. de A.; JUSTINO, E. Sistemas de climatização parcial e total em granjas de suínos. In: *PRODUÇÃO DE SUÍNOS: TEORIA E PRÁTICA*. 1. ed. [S. l.]: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2014. v. 1, p. 95–125.
- NÄÄS, I. de A.; MOURA, D. J. de. *Animal housing in hot climates: A multidisciplinary view*. Horsens, Dinamarca: Research Centre Bygholm, 2006. v. 1
- NRC. *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition*. Washington, D.C.: National Academies Press, 2012. p. 13298 Disponível em: <https://doi.org/10.17226/13298>. Acesso em: 28 out. 2020.
- NRC. Swine. In: *EFFECT OF ENVIRONMENT ON NUTRIENT REQUIREMENTS OF DOMESTIC ANIMALS*. Washington: National Research Council (US) Subcommittee on Environmental, 1981. E-book.
- PASTORELLI, H. et al. Meta-analysis of feed intake and growth responses of growing pigs after a sanitary challenge. *Animal*, [s. l.], v. 6, n. 6, p. 952–961, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S175173111100228X>
- PIC. Wean to finish guidelines. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: https://gb.pic.com/wp-content/uploads/sites/9/2018/12/Wean_To_Finish_Manual_2019_A4_UK_LowRes.pdf. Acesso em: 25 jun. 2020.
- PINHEIRO, R. W. BOAS PRÁTICAS EM CRECHE E TERMINAÇÃO. In: *SUINOCULTURA: UMA SAÚDE E UM BEM-ESTAR*. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020. v. 1, p. 338–350.
- PIVA, J. H.; GONÇALVES, M. D. O sistema wean-to-finish. In: *PRODUÇÃO DE SUÍNOS: TEORIA E PRÁTICA*. 1. ed. [S. l.]: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2014. v. 1, p. 95–125.
- RAUW, W. M. et al. Impact of environmental temperature on production traits in pigs. *Scientific Reports*, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 2106, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58981-w>

RENAUDEAU, D.; GOURDINE, J. L.; ST-PIERRE, N. R. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, [s. l.], v. 89, n. 7, p. 2220–2230, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3329>

SAMPAIO, C. A. de P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. *Ciência Rural*, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 785–790, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000300020>

SAS. SAS system University Edition. Statistical Analysis Institute, 2021, Inc. Cary, NC.

SILVEIRA, N. A. et al. Ambiência aérea em maternidade e creche de suínos. *Engenharia Agrícola*, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 348–357, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000300002>

SOUSA, F. A. et al. Ambiência Aérea e Temperatura da Cama Sobreposta em Instalação para Suínos. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, [s. l.], v. 2, n. 4, p. 109–116, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v2n4p109-116>

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries¹. *Journal of Dairy Science*, [s. l.], v. 86, Electronic Supplement, p. E52–E77, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É indiscutível a importância econômica e social da produção de suínos brasileira. Atualmente a carne suína posiciona-se entre os principais produtos (sétima posição) do agronegócio nacional, sendo responsável por mais de 1 milhão de empregos diretos e indiretos. Assim como outras áreas da agropecuária brasileira a suinocultura passa por uma intensa transformação produtiva e tecnológica, da mesma forma que ocorreu com a produção de frango de corte. A compreensão desse processo e o entendimento dos aspectos produtivos e sociais no setor se faz cada vez mais importante do ponto de vista gerencial. Uma desconstrução da visão tradicional dos conceitos dos pilares fundamentais da suinocultura como manejo, nutrição, sanidade e genética pode ser observada, em especial na última década. Pessoas e o bem-estar animal passaram a figurar como pilares fundamentais para a produção, somando-se aqueles anteriormente citados.

A gestão das condições ambientais é imprescindível para a produção sustentável de suínos, baseada no conceito de saúde única, e vê no crescente investimento em tecnologias de automação oportunidade para significativas melhorias. Este trabalho se propôs a acompanhar a evolução desse processo dentro de um cenário produtivo real, aliando equipe técnica, suinocultores e academia em um esforço coletivo.

A execução dos objetivos foi realizada através da caracterização do assunto, apresentada no Capítulo I; do entendimento da percepção dos produtores quanto aos aspectos produtivos, econômicos e de investimento relacionados a gestão da ambiência, Capítulo II; e da avaliação prática de uma estratégia de automação da gestão da ambiência na fase de creche, Capítulo III. Da elaboração desse projeto, surgiram atividades extras, como a realização do *“1 Workshop Pamplona Agropecuária com Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação”*, que reuniu 115 inscitos, de diversas regiões do país, no dia 16 de outubro de 2020 (Apêndice 05). O compartilhamento de ideias e visões se faz fundamental durante o processo de produção de conhecimento científico dentro da realidade produtiva e a interação com a comunidade acadêmica.

A redação do capítulo de livro publicado proporcionou o entendimento dos principais conceitos relacionados a resposta animal, ambiência e tecnologia de controle e gestão. O estudo do perfil socioeconômico dos suinocultores integrados a uma agroindústria do estado de Santa Catarina possibilitou a caracterização do ambiente produtivo e os aspectos

relacionados ao aceite e possibilidade de implementação de sistemas automatizados para a gestão da ambiência em granjas produtoras de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. Estudos futuros poderão se dedicar a avaliar a consolidação da implantação das tecnologias e as novas percepções dos suinocultores após esse processo.

Como forma de validação do contexto de aplicação das tecnologias gerenciais realizou-se a avaliação prática na fase de creche. Os resultados obtidos possibilitaram validar as tecnologias e caracterizar seus potenciais, na promoção do conforto ambiental e na redução da demanda de mão de obra. As lacunas observadas ao final desse estudo apontam para novas oportunidades para o desenvolvimento dessas tecnologias, oportunizando a melhoria de desempenho zootécnico e viabilidade econômica. Dessa forma, aliando as demandas do mercado pela melhoria das condições de criação dos animais e as expectativas dos produtores em relação a melhoria de desempenho, como forma de retornar os investimentos financeiros fomentados nos projetos de ambiência. Novos estudos podem se dedicar a entender o consumo e qualidade da água na fase de creche, estratégias de climatização total das instalações nessa fase e caracterização sanitária de animais criados em diferentes sistemas de manejo da ambiência.

7 REFERÊNCIAS

ABREU, P. G., et al. Conforto térmico para aves. Comunicado técnico 365. Concórdia: Embrapa Aves e Suínos, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (Brasil) (Ed.). Relatório anual de atividades. 2018. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 14 out, 2019.

BARCELLOS, C., et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil, *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v, 18, n, 3, p, 285- 304, 2009.

DIAS, C., P., et al. Bem-estar dos suínos, 2ª ed, Londrina: Editora Midiograf, 2016.

Hannas, M. I., et al. Efeito da temperatura ambiente sobre parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões dos 15 aos 30 kg, *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Porto Alegre, 1999: 226.

JANK, M., et al. Agronegócio e comércio exterior brasileiro. *Revista USP*. n, 64, p, 14-27, 1 fev, 2005.

KIEFER, C., et al. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. *Rev. Bras. Saúde Prod. Animal*. v,11, n,2, p, 496-504 abr/jun, 2010.

KUMMER, R., et al. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. *Acta Scientiae Veterinariae*. Porto Alegre, 2009; 37: 195- 209.

LUZ, C, S, M., et al. Termorregulação de suínos na fase de creche com enriquecimento ambiental em diferentes turnos do dia. In: X Congresso Nordestino de Produção Animal, Teresina, 2015.

MILLER, T, G. Swine Feed Efficiency: Influence of Temperature, Iowa Pork Industry Center Fact Sheets. Iowa State University, 2012; 11: 1- 2.

NÄÄS, I. A., et al. Conceitos de Ambiência na definição de instalações em suinocultura. In: *Produção de suínos: Teoria e Prática*. 1ª ed, Brasília, 2014: 869-876.

NÓBREGA, G. H., et al. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*. Vol, 06, n, 01, p, 67- 73, 2011.

PADILHA, J. B., et al. Importância do ambiente térmico em produção de suínos na fase de creche. *Revista eletrônica de veterinária*. v, 18, n, 02, p, 1-11 fevereiro, 2017.

PANDORFI, H., et al. Comportamento bioclimático de matrizes suínas em gestação e o uso de sistemas inteligentes na caracterização do ambiente produtivo: suinocultura de precisão. Tese

Doutorado em Física do Ambiente Agrícola. Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. 136p.

RANDALL, M. et al. The Physiology of Stress: Cortisol and the Hypothalamic-Pituitary Adrenal Axis, DUJS Online - The Dartmouth Undergraduate Journal of Science, Fall 2010.

RODRIGUES N. E. B., et al. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. Revista Eletrônica Nutritime. Viçosa, MG. v,7, n, 2, p, 1997-1211, 2010.

RODRIGUES, N. E. B. et al. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. Revista eletrônica Nutritime, 2010; 7 (2): 1197-1211.

SANTOS, T. C. et al. Influência do ambiente térmico no comportamento e desempenho zootécnico de suínos. Ver. Ciências Agroveterinárias, 2018; 17 (2).

SARUBBI, J., et al. Utilização de energia elétrica em diferentes sistemas de aquecimento para leitões desmamados. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, 2010. v,30, n,6, p,1003-1011, nov/dez.

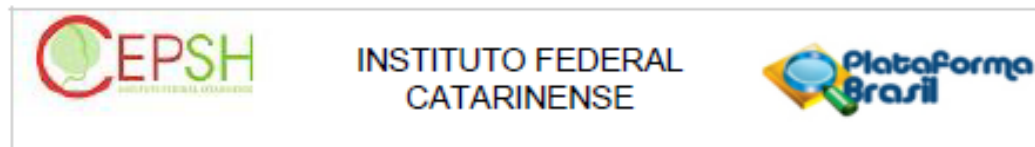
SOUZA, B. B., et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. Rev. Agropecuário Científica no Semiárido, 2010, 6 (2): 5965.

STEINFELD, H. et al. Livestock production systems in developing countries: status, drivers, trends. Rev. Sci. Tech. 2006. 25 (2), 505–516,

SUINOCULTURA INDUSTRIAL. Cronoanálise: Otimização da mão-de-obra na suinocultura, Disponível em: < <http://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/cronoanalise-otimizacaoda-mao-de-obra-na-suinocultura/20140121-115553-V847>>, Acesso em 07, nov,2019.

8 APÊNDICES

Apêndice 01 – O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Instituto Federal Catarinense.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Uso de tecnologias para a gestão e controle da ambiência na produção de suínos

Pesquisador: Ivan Bianchi

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 30582020.8.0000.8049

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO CIENCIA E TECNOLOGIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.085.137

Apresentação do Projeto:

O projeto visa avaliar a interação tecnológica dos produtores de suínos através do uso de equipamentos que proporcionam a gestão da ambiência no processo de criação dos suínos, através de aplicativo de gestão de dados. A inclusão tecnológica é uma necessidade no sistema de produção de suínos nas propriedades Integradas a empresa PAMPLONA Alimentos SA. O questionário de pesquisa busca a interação entre rotina do dia a dia dos produtores, utilização de equipamentos para ambiência e aplicativo de gestão, chamado Meu Lote. A plataforma digital disponibiliza uma nova visão de gestão rural, facilitando o controle de taxas que são importantes parâmetros para a avaliação dos índices de produção, passando ao produtor maior controle de sua produção e interação com a empresa integradora, sendo o aplicativo uma forma direta de comunicação entre as partes. A introdução de novos meios tecnológicos ao produtor possibilita a avaliação do entendimento sobre as tecnologias implantadas, o nível de necessidade e compreensão, e acesso a informações. Por meio da plataforma digital Google Forms, será disponibilizado um questionário que abrange a gestão e inovação da ambiência da granja, podendo ser o proprietário ou responsável pela granja a respondê-lo. As questões envolvidas irão abordar identificação da propriedade, localização, informações estruturais da granja, identificação própria como proprietário ou colaborador da granja, idade, grau de escolaridade, disponibilidade de rede elétrica e acesso à internet na propriedade, quais meios de comunicação são disponíveis atualmente, disponibilidade de mão de obra, quais são os processos gerenciais adotados, nível de

Endereço: RUA JOAQUIM GARCIA SN - CAIXA POSTAL 2016
Bairro: CENTRO **CEP:** 88.340-055
UF: SC **Município:** CAMBORIU
Telefone: (47)2104-0882 **E-mail:** cepsh@ifc.edu.br



INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE



Continuação do Parecer: 4.085.137

adequação da granja quanto aos meios de climatização e questões que implicam o conhecimento da necessidade de climatização e o interesse do produtor em futuras instalações mais adequadas, satisfação no uso das tecnologias e futuro da atividade. O objetivo do questionário é a busca de informações para o embasamento

e coleta de dados para suprir as principais deficiências quanto acesso à informação e implantar no meio rural através de tecnologias já disponíveis para conforto e Bem Estar dos Animais e das pessoas inseridas no meio, concomitante ao aumento de produção e dos resultados econômicos da propriedade.

Metodologia Proposta:

O projeto será enviado para aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) do Instituto Federal Catarinense (IFC). O Comitê tem por objetivo assegurar os interesses dos sujeitos participantes de pesquisas científicas, em sua integridade e dignidade. A referente pesquisa será realizada através da elaboração e estruturação de um questionário voltado aos produtores rurais associados a empresa PAMPLONA Alimentos SA. O público alvo são os suinocultores integrados que possuem acessibilidade e condições de aprimoramento tecnológico. Os dados coletados serão avaliados por meio de técnicas de análise multivariada (análise fatorial, discriminante, agrupamento e de regressão logística), utilizando-se o programa estatístico SAS versão 9,3 (Statistical Analysis Institute, Cary, NC, USA). A coleta dos dados será realizada pela plataforma Google, através da ferramenta disponível Google Forms, sendo acessado da forma que o produtor preferir, podendo ser respondido por celular ou computador, sendo um questionário por propriedade, enviado pelo aplicativo WhatsApp o link de acesso. A PAMPLONA Alimentos SA irá fornecer o banco de dados de contatos dos integrados, somente necessário ser acessado de forma on-line. O questionário abordará questões que transmitam dados da propriedade em caráter de segmento da produção, localização geográfica, instalações, gerenciamento, mão de obra, tecnologias aplicadas, climatização e ambiência. Aos produtores e/ou colaboradores será direcionado questões como grau de escolaridade, grau de entendimento tecnológico, acessibilidade a novas tecnologias, receptividade a novas propostas de inserção no meio tecnológico, satisfação no uso das tecnologias e futuro da atividade.

Critério de Inclusão:

O público alvo são os produtores rurais e gestores da propriedade, voltados ao ramo da suinocultura, que possuem associação à empresa PAMPLONA Alimentos SA, e possuem acesso ao

Endereço: RUA JOAQUIM GARCIA 3N - CAIXA POSTAL 2016

Bairro: CENTRO

CEP: 88.340-055

UF: SC

Município: CAMBORIÚ

Telefone: (47)2104-0882

E-mail: cepsh@ifc.edu.br



INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE



Continuação do Parecer: 4.065.137

aplicativo disponibilizado pela integradora. Excluindo a possibilidade de produtores não integrados a empresa, entrarem como amostra do estudo.

Critério de Exclusão:

Não ser integrado ou gestor de granja da Pamplona Alimentos.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Integrar tecnologia de controladores de ambiência e de softwares de gestão de dados no sistema de produção de suínos.

Objetivo Secundário:

Elaborar um questionário on-line para coleta de dados dos produtores rurais associados à Pamplona. Determinar o grau de influência atual de tecnologia nas produções. Avaliar o impacto da automatização na produção de suínos. Avaliar o impacto do aplicativo de gestão de dados na produção animal. Gerar a comunicação, eficiente por meio do aplicativo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O método utilizado para coletar informações pode oferecer riscos como invasão de privacidade, divulgação de dados confidenciais, além de tomar algum tempo para responder ao questionário (cerca de vinte minutos). Voltado a diminuir os riscos o questionário será aplicado de forma on-line, os pesquisadores foram capacitados e treinados para que conduzam o experimento com zelo pelas informações prestadas. Os dados da pesquisa serão preservados, porém preservada a individualidade dos entrevistados, as informações serão utilizadas na dissertação do mestrando e pela

PAMPLONA Alimentos AS de forma que contribua a empresa e integrados a atenderem suas demandas e realizarem as melhorias necessárias para a cadeia produtiva.

Sua participação é voluntária e se dará por meio de respostas a um questionário com

perguntas objetivas e de respostas curtas. Os riscos envolvidos com essa pesquisa são: tomar o tempo do sujeito ao responder ao questionário/entrevista. O seu nome e o nome do responsável pelas respostas serão mantidos em absoluto sigilo, e o mesmo será respondido através de um formulário on line, isso minimiza os riscos e/ou situações constrangedoras. Os pesquisadores são habilitados ao método de coleta dos dados.

Os pesquisadores garantem a manutenção do sigilo e privacidade do participante da pesquisa, durante todas as fases, exceto quando houver sua manifestação explícita em sentido contrário, mesmo após o término da pesquisa, isto é, garantem ao participante decidir se sua identidade será

Endereço: RUA JOAQUIM GARCIA 9N - CAIXA POSTAL 2016

Bairro: CENTRO

CEP: 88.340-055

UF: SC

Município: CAMBORIU

Telefone: (47)2104-0882

E-mail: cepsh@ifc.edu.br



INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE



Continuação do Parecer: 4.085.137

divulgada e quais são, dentre as informações que forneceu as que podem ser tratadas de forma pública. É garantido ao participante o acesso ao registro de consentimento sempre que solicitado, assim como o acesso aos resultados da pesquisa. Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo.

Benefícios:

O experimento utilizará as informações dos controladores de ambiência integrando as informações ao aplicativo Meu Lote, realizando além de processos gerenciais gerais a integração de dados ambientais e a gestão de desempenho dos leitões. Também otimizará a logística referente aos processos entre integrado e integradora, como pedidos de ração, solicitações de medicamentos, curvas de desempenho, avisos de desvios de

resultados na produção, tudo de forma on-line que podem ser feitos diretamente do aplicativo assegurando a comunicação entre as partes. Os dados capturados e processados podem ser tanto da granja como dos pavilhões individuais, trazendo maior possibilidade de informação. Além dos benefícios que o aplicativo traz com a inovação de processos gerenciais, se disponibiliza como uma ferramenta de fácil acesso ao produtor onde permitirá reconhecer o cenário para montar estratégias de inclusão do meio rural até novas tecnologias. Sua participação é voluntária e se dará por meio de respostas a um questionário com perguntas objetivas e de respostas curtas. Os riscos envolvidos com essa pesquisa são: tomar o tempo do sujeito ao responder ao

questionário/entrevista. O seu nome e o nome do responsável pelas respostas serão mantidos em absoluto sigilo, e o mesmo será respondido através de um formulário on line, isso minimiza os riscos e/ou situações constrangedoras. Os pesquisadores são habilitados ao método de coleta dos dados.

Os pesquisadores garantem a manutenção do sigilo e privacidade do participante da pesquisa, durante todas as fases, exceto quando houver sua manifestação explícita em sentido contrário, mesmo após o término da pesquisa, isto é, garantem ao participante decidir se sua identidade será divulgada e quais são, dentre as informações que forneceu as que podem ser tratadas de forma pública. É garantido ao participante o acesso ao registro de consentimento sempre que solicitado, assim como o acesso aos resultados da pesquisa. Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em

Endereço: RUA JOAQUIM GARCIA SN - CAIXA POSTAL 2016
 Bairro: CENTRO CEP: 88.340-055
 UF: SC Município: CAMBORIU
 Telefone: (47)2104-0882 E-mail: cepsh@ifc.edu.br



INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE



Continuação do Parecer: 4.085.137

qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto atende aos aspectos teóricos e metodológicos exigidos em uma pesquisa desta natureza e também as resoluções que embasam o sistema CEP/CONEP (Resolução 510/16).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto apresenta todos os elementos exigidos pela Resolução 510/16.

Recomendações:

Lembretes importantes: a) a coleta de dados só poderá ter início após APROVAÇÃO pelo comitê de ética e emissão do PARECER FINAL.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A partir do exposto o protocolo está aprovado, pois está de acordo com as prerrogativas éticas exigidas na Resolução CNS 510/16.

Em conformidade com a normativa em vigor do Sistema CEP/CONEP, os projetos aprovados pelos CEPs, devem ao seu final, apresentar junto a Plataforma Brasil, o Relatório Final do mesmo (o documento deverá ser encaminhado até 30 dias após a última data prevista no cronograma de execução da pesquisa).

Em conformidade o CNS - CONEP e as "Orientações para Condução de Pesquisas e Atividades dos CEP durante a Pandemia provocada pelo Coronavírus SARS-COV-2(COMID-19) de 09 de maio de 2020" página inicial da Plataforma Brasil.

II. Orientações Para Pesquisadores. 3. Orientações Gerais para a Condução de Protocolos de Pesquisa. "Os documentos submetidos ao Sistema CEP/Conep que necessitam de assinatura dos responsáveis devem ser encaminhados, preferencialmente, com certificação digital ou por documento digitalizado. Durante o período em que estiverem instaladas as medidas de segurança para a saúde pública, serão aceitos em caráter excepcional os documentos necessários para a submissão dos protocolos de pesquisa preenchidos sem assinaturas. O PESQUISADOR DEVE EXPRESSAMENTE SE COMPROMETER A INCORPORAR OS(S) DOCUMENTOS(S) DEVIDAMENTE

Endereço: RUA JOAQUIM GARCIA 8N - CAIXA POSTAL 2016

Bairro: CENTRO

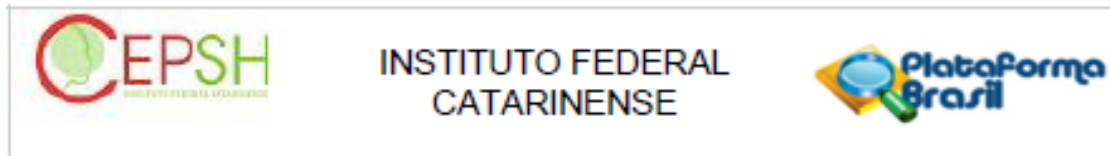
CEP: 88.340-055

UF: SC

Município: CAMBORIÚ

Telefone: (47)2104-0882

E-mail: cepsh@ifc.edu.br



Continuação do Parecer: 4.085.137

ASSINADOS TÃO LOGO SEJA POSSÍVEL NA PLATAFORMA BRASIL.

Considerações Finais a critério do CEP:

No caso de dúvidas, os esclarecimentos poderão ser obtidos pelo contato com o CEPESH localizado no Campus Camboriú, cujo horário de atendimento é de segunda a sexta das 13:30 as 16:30, ou entrar em contato pelo email cepsh@ifc.edu.br ou telefone 47 2104-0882.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1530750.pdf	19/05/2020 22:23:17		Aceito
Declaração de concordância	Carta_anuencia.pdf	06/04/2020 14:02:42	Ivan Bianchi	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	06/04/2020 14:02:03	Ivan Bianchi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Fabricio.pdf	04/04/2020 00:09:08	Ivan Bianchi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado.pdf	04/04/2020 00:08:04	Ivan Bianchi	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMBORIÚ, 12 de Junho de 2020

Assinado por:
Michele Catherin Arend
(Coordenador(a))

Endereço: RUA JOAQUIM GARCIA SN - CAIXA POSTAL 2016
 Bairro: CENTRO CEP: 88.340-055
 UF: SC Município: CAMBORIÚ
 Telefone: (47)2104-0882 E-mail: cepsh@ifc.edu.br

Apêndice 02 – Perguntas questionário projeto pesquisa “Uso de tecnologias para a gestão da ambiência na produção de suínos”, aprovado no CEPSh Instituto Federal Catarinense, sob. Nº 4.085.137/2020.

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...	15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...
<p>Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho de suínos</p> <p>Trabalho de Dissertação de Mestrado do aluno Fabrício Murilo Beker do Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente do Instituto Federal Catarinense em parceria com a empresa PAMPLONA Alimentos SA.</p> <p>Instruções: para que a avaliação fique correta, responda as questões de acordo com a realidade da granja. *Obrigatório</p> <p><i>Pular para a pergunta 1</i> <i>Pular para a pergunta 1</i></p>	<p>TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</p> <p>Convidamos o (a) Sr (a) para participar da Pesquisa "Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho de suínos". Esta é uma etapa do projeto de Mestrado do aluno Fabrício Murilo Beker do Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente do Instituto Federal Catarinense, sob orientação do Prof Dr Ivan Bianchi. O objetivo é avaliar grau de automatização das granjas e a capacidade de implementação de tecnologia no sistema de produção. Sua participação é voluntária e se dará por meio de respostas a um questionário com perguntas objetivas e de respostas curtas. Os riscos envolvidos com essa pesquisa são: tomar o tempo do sujeito ao responder ao questionário/entrevista. O seu nome e o nome do responsável pelas respostas serão mantidos em absoluto sigilo, e o mesmo será respondido através de um formulário on line, isso minimiza os riscos e/ou situações constrangedoras. Os pesquisadores são habilitados ao método de coleta dos dados.</p> <p>Os pesquisadores garantem a manutenção do sigilo e privacidade do participante da pesquisa, durante todas as fases, exceto quando houver sua manifestação explícita em sentido contrário, mesmo após o término da pesquisa, isto é, garantem ao participante decidir se sua identidade será divulgada e quais são, dentre as informações que forneceu as que podem ser tratadas de forma pública.</p> <p>É garantido ao participante o acesso ao registro de consentimento sempre que solicitado, assim como o acesso aos resultados da pesquisa.</p> <p>Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) do Instituto Federal Catarinense (IFC). O Comitê tem por objetivo assegurar os interesses dos sujeitos participantes de pesquisas científicas, em sua integridade e dignidade. Caso persistam dúvidas, sugestões e/ou denúncias após os esclarecimentos dados pela equipe científica desta pesquisa, o Comitê estará disponível para atendê-lo. O CEPSh do IFC está localizado no IFC- Campus Camboriú, atendendo pelo telefone (47) 2104- 0882 e endereço eletrônico cepsh@ifc.edu.br</p> <p>Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço (Instituto Federal Catarinense - Campus Araquari, Rodovia BR 280 - km 27 - Cx. Postal 21 - CEP 89245-000 - Araquari - SC - Fone (47) 9 9602 1512).</p> <p>Consentimento Pós-Infomação</p> <p>Eu (CONCORDO) fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser.</p> <p>1. Concorda com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido? *</p> <p>Marcar apenas uma oval.</p> <p><input type="radio"/> Concordo</p> <p><i>Pular para a pergunta 2</i></p> <p>QUESTIONÁRIO</p> <p>2. Produtor entrevistado/ Nome da granja *</p> <p>_____</p>
https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZH2CraH3qhTKRiUoLVV1wS4gTkcZKkY/edit	https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZH2CraH3qhTKRiUoLVV1wS4gTkcZKkY/edit

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

3. Você é: *

Marcar apenas uma oval.

- Proprietário/Integrado
 Colaborador/funcionário

https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZH2CrAH3qhTkrIUoLVV1w84gTkcZkKY/edit

3/21

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

4. Qual o ano do seu nascimento? *

Marcar apenas uma oval.

- 2002
 2001
 2000
 1999
 1998
 1997
 1996
 1995
 1994
 1993
 1992
 1991
 1990
 1989
 1988
 1987
 1986
 1985
 1984
 1983
 1982
 1981
 1980
 1979
 1978
 1977
 1976
 1975
 1974
 1973
 1972
 1971
 1970
 1969

https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZH2CrAH3qhTkrIUoLVV1w84gTkcZkKY/edit

4/21

15/06/2021	Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...	15/06/2021	Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...
<input type="radio"/> 1968		5. Grau de escolaridade *	
<input type="radio"/> 1967			
<input type="radio"/> 1966		<i>Marcar apenas uma oval.</i>	
<input type="radio"/> 1965		<input type="radio"/> Ensino Fundamental Incompleto	
<input type="radio"/> 1964		<input type="radio"/> Ensino Fundamental Completo	
<input type="radio"/> 1963		<input type="radio"/> Ensino Médio Incompleto	
<input type="radio"/> 1962		<input type="radio"/> Ensino Médio Completo	
<input type="radio"/> 1961		<input type="radio"/> Ensino Técnico Incompleto	
<input type="radio"/> 1960		<input type="radio"/> Ensino Técnico Completo	
<input type="radio"/> 1959		<input type="radio"/> Ensino Superior Incompleto	
<input type="radio"/> 1958		<input type="radio"/> Ensino Superior Completo	
<input type="radio"/> 1957		<input type="radio"/> Não Alfabetizado	
<input type="radio"/> 1956			
<input type="radio"/> 1955			
<input type="radio"/> 1954			
<input type="radio"/> 1953			
<input type="radio"/> 1952			
<input type="radio"/> 1951			
<input type="radio"/> 1950			
<input type="radio"/> 1949			
<input type="radio"/> 1948			
<input type="radio"/> 1947			
<input type="radio"/> 1946			
<input type="radio"/> 1945			
<input type="radio"/> 1944			
<input type="radio"/> 1943			
<input type="radio"/> 1942			
<input type="radio"/> 1941			
<input type="radio"/> 1940			
<input type="radio"/> Antes de 1940			
https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZH2CrAH3qhTkRIUoLVV1w04gTkczkKY/edit	5/21	https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZH2CrAH3qhTkRIUoLVV1w04gTkczkKY/edit	6/21

6. Município *

Marcar apenas uma oval.

- Agrolândia
 Agronômica
 Atalanta
 Aurora
 Braço do Trombudo
 Chapadão do Lageado
 Dona Emma
 Ibirama
 Imbuia
 Ituporanga
 Jose Boiteux
 Laurentino
 Lontras
 Mirim Doce
 Petrolândia
 Pouso Redondo
 Presidente Getúlio
 Presidente Nereu
 Rio do Campo
 Rio do Oeste
 Rio do Sul
 Saleté
 Santa Terezinha
 Taió
 Trombudo Central
 Vidal Ramos
 Vitor Meireles
 Witmarsum
 Outro

7. Área total da propriedade (hectares) *

8. A propriedade tem outras produções além da suinocultura? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

9. Se você respondeu 'Sim': Qual?

10. Tipo de granja *

Marcar apenas uma oval.

- Unidade produtora de leitões
 Unidade creche
 Unidade terminação
 Unidade wean to finish
 Produção de reprodutores

11. Capacidade de alojamento da granja (no caso de UPL ou reprodutores - considerar o número de reprodutores): *

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

12. Idade da granja (anos) *

Marcar apenas uma oval.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34

https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZH2CRAH3qhTKRIUoLVV1w84gTkczkKY/edit

9/21

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

- 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 50 ou mais

13. Quantas vezes a granja já foi reformada para melhoria de resultados, ou teve intalação de novos equipamentos ou foi ampliada. *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma vez
 Uma vez
 Duas vezes
 Três vezes
 Quatro vezes
 Cinco vezes
 Seis vezes
 Sete vezes
 Oito vezes
 Nove vezes
 Dez vezes ou +

https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZH2CRAH3qhTKRIUoLVV1w84gTkczkKY/edit

10/21

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

14. Caso a granja já tenha passado por reforma ou ampliação: Qual a idade dos pavilhões da granja? (Ano de construção e número de pavilhões/ Ex: 5 anos - 2 pavilhões).

15. O fornecimento de energia elétrica na granja acontece via (marque mais de uma opção se necessário): *

Marque todas que se aplicam.

- Celesc - Bivolt
 Celesc - Rede trifásica
 Gerador a gasolina
 Gerador a diesel
 Gerador acoplado ao trator
 Energia solar
 Energia por queima de biogás

16. Você considera a falta de energia elétrica uma ameaça a sua granja? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

17. É frequente a falta de energia na propriedade? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

18. Caso você respondeu SIM na pergunta anterior: Quantas vezes

Marcar apenas uma oval.

- 1 a 3 vezes ao mês
 4 a 5 vezes ao mês
 Mais de 5 vezes

19. A granja possui acesso a Internet? (marque mais de uma opção se necessário) *

Marque todas que se aplicam.

- Via rádio
 Via telefone
 Fibra óptica
 Rede de celular
 Não possui acesso

20. Quais equipamentos de comunicação a granja possui? (marque mais de uma opção se necessário) *

Marque todas que se aplicam.

- Telefone fixo
 Celular/smartphone
 Notebook
 Desktop (computador de mesa)
 Rádio comunicador

21. Mão de obra da propriedade *

Marcar apenas uma oval.

- Somente familiar
 Familiar + colaborador contratado todo ano
 Familiar + colaborador temporário
 Somente colaboradores contratados

22. Quantas pessoas são envolvidas na atividade da suinocultura na propriedade? *

Marcar apenas uma oval.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34

- 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50 ou mais

23. Em uma nota de zero a 10: A mão de obra é uma grande limitação ou uma vantagem na sua granja? *

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Limitação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Vantagem

24. Você considera a qualidade da mão de obra na granja: *

Marcar apenas uma oval.

- Ruim
 Regular
 Boa
 Ótima

25. Quanto a disponibilidade de mão de obra para contratação *

Marcar apenas uma oval.

- Escassa
 Pouco disponível
 Abundante
 Não se aplica

26. Quantas horas de trabalho são empregadas na granja diariamente? (Somar as horas de trabalho de todas as pessoas envolvidas na atividade) *

27. A granja possui algum tipo de controle gerencial? (marque mais de uma opção se necessário) *

Marque todas que se aplicam.

- Sim, o quadro de metas da empresa
 Sim, planilhas próprias
 Sim, o App MeuLote Pamplona
 Sim, AgroSui
 Sim, controle escrito de toda as movimentações
 Não possui
 Outros

28. Caso você tenha marcado 'Outros': escreva qual ou quais

29. Qual a sua nota para o aplicativo AppMeuLote Pamplona? (Responder se você for usuário)

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muito ruim Excelente

30. Qual a sua nota para o aplicativo AgroSui? (Responder se você for usuário)

Marcar apenas uma oval.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muito ruim Excelente

31. Quais equipamentos abaixo você possui na granja? (marque mais de uma opção se necessário) *

Marque todas que se aplicam.

- Ventiladores
 Formalha e/ou piso térmico
 Máquina de cortinas
 Painel de controle (automação)
 Balança pé de silo
 Exaustores e placa evaporativa
 Compostagem mecânica
 Comedouro automático
 Câmeras de monitoramento
 Dosador de medicamento via água
 Máquinas de lavação com alta pressão e baixa vazão
 Hidrômetro digital
 Nebulizadores

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

32. Se na resposta anterior você assinalou algum equipamento que não está presente em todos os pavilhões da granja: descreva a localização de cada equipamento (Exemplo: fornalha somente no galpão de creche).

33. A granja possui alguma atividade AUTOMATIZADA? (marque mais do que um se necessário) *

Marque todas que se aplicam.

- Não, todo trabalho é feito manualmente
- Sim, comedouros automáticos - sem linha de distribuição
- Sim, comedouros automáticos + linha de distribuição
- Sim, robô de alimentação
- Sim, automatização de cortinas
- Sim, pavilhão com pressão negativa
- Sim, fornalha automática
- Sim, ventilação automática
- Sim, dosador de medicamentos
- Sim, nebulização
- Outra

34. Caso você tenha assinalado 'Outra' na resposta anterior, diga qual:

35. A granja tem monitoramento de temperatura e umidade? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, temperatura e umidade
- Sim, somente temperatura
- Não

https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZHz2CrAH3qhTkRIUoLVV1wB4gTkczkKY/edit

17/21

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

36. Você faz o registro dos valores de temperatura e umidade? *

Marcar apenas uma oval.

- Não realizo o monitoramento
- Sim, uma vez ao dia
- Sim, de manhã e de tarde
- Sim, três ou mais vezes ao dia
- Sim, a coleta de dados é automatizada
- Não, somente observo para realizar os manejos

37. Quantas vezes ao dia se realiza o manejo de cortinas na granja? *

Marcar apenas uma oval.

- Duas vezes (manhã e noite)
- Três vezes
- Quatro vezes
- Cinco ou mais vezes
- Manejo automático

38. Você acredita que o vento limita o desempenho do lote? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, em todas as fases
- Sim, somente em animais jovens
- Sim, exceto dos ventiladores
- Sim, somente quando associado a mudança abrupta de temperatura
- Não

https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZHz2CrAH3qhTkRIUoLVV1wB4gTkczkKY/edit

18/21

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

39. Na sua visão: Em relação a ambiência o que é mais importante para garantir o desempenho dos animais da granja? (escolha somente uma opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Temperatura do ambiente
 Qualidade do ar
 Umidade relativa do ar
 Ausência de vento na granja

40. Pense nesse cenário: a temperatura externa está 32°C, as cortinas baixadas totalmente, e há uma corrente de vento leve na parte externa da granja. Você: *

Marcar apenas uma oval.

- Abre totalmente as cortinas
 Mantém 1 (um) lado das cortinas parcialmente levantado para quebrar o vento
 Sobe um pouco os 2 (dois) lados das cortinas

41. Quanto a realização da nebulização: *

Marcar apenas uma oval.

- Realizo sempre que estiver fazendo calor
 Realizo sempre observando o valor de umidade relativa do ar
 Realizo somente no final do dia/noite
 Realizo somente para aplicar desinfetante
 Não se aplica

42. Quanto a adoção de novas tecnologias na granja você se considera: *

Marcar apenas uma oval.

- Favorável, e implanto de imediato
 Favorável, mas com desconfiança se vai funcionar
 Favorável, desde que outras pessoas já tenham testado
 Conservador (o sistema está funcionando bem assim)

https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZHz2CraH3qhtKrIUoLVV1wS4gTkcZkKY/edit

19/21

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

43. Qual MOTIVO você considera MAIS IMPORTANTE para automação da AMBIÊNCIA? *

Marcar apenas uma oval.

- Melhoria no desempenho dos animais
 Diminuição da mão de obra
 Se manter atualizado com as novas tecnologias do mercado
 Se adequar a uma exigência da empresa integradora

44. Você acredita que a automatização da granja para o manejo da AMBIÊNCIA poderia melhorar os resultados dos lotes? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, e pagaria os investimentos
 Sim, mas acredito que não é viável
 Sim, mas o investimento é muito elevado e arriscado
 Não, pois não melhora os resultados
 Outra resposta

45. Se você marcou 'Outra resposta' descreva brevemente o por quê?

46. O que você considera LIMITANTE para a implantação de sistemas de AUTOMAÇÃO visando a AMBIÊNCIA da granja? (marque mais de uma opção se necessário). *

Marque todas que se aplicam.

- Custo
 Taxa de juros sobre o financiamento
 Disponibilidade de materiais de qualidade
 Conhecimento sobre o funcionamento dos sistemas automatizados
 Possibilidade de sucessão familiar
 Não vejo limitantes

https://docs.google.com/forms/d/1pX8_mZ1bzF2ZHz2CraH3qhtKrIUoLVV1wS4gTkcZkKY/edit

20/21

15/06/2021 Uso da tecnologia embarcada e desenvolvimento de software de gestão para controle de ambiência e monitoria do desempenho d...

47. Se você recebesse recursos financeiros para realizar a automação na sua granja: qual automatização você implantaria primeiro? *

48. Qual a sua percepção quanto a RENTABILIDADE da atividade? *

Marque todas que se aplicam.

- Rentável
 Rentável, mas não quero mais investir na atividade
 Pouco rentável
 Pretendo deixar atividade no futuro

49. Se você quer deixar a atividade: por quê?

50. Em relação a sucessão familiar: *

Marcar apenas uma oval.

- Possui sucessão familiar
 É um ponto limitante para a continuidade da atividade

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Apêndice 02 – Aprovação Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA Campus Araquari.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
 Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Araquari

**COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO INSTITUTO FEDERAL
 CATARINENSE, CÂMPUS ARAQUARI**

CERTIFICADO

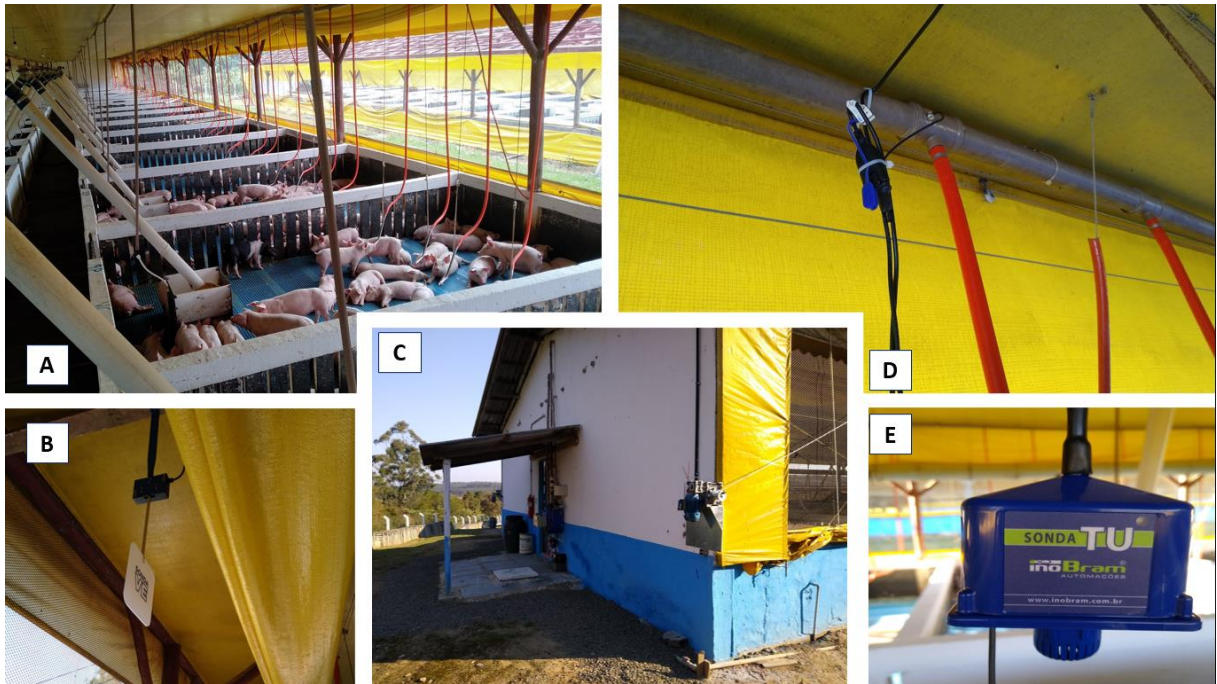
Certificamos que o projeto intitulado “Efeito da ambiência sobre o desempenho zootécnico na produção de Suínos” de protocolo número “312/2019” sob a responsabilidade de “Ivan Bianchi” que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de Pesquisa encontra-se de acordo com os preceitos da Lei no 11.794 de 08 de Outubro de 2008, do Decreto 6.899 de 15 de Julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais IFC-Araquari em reunião de “25/09/2019”.

Vigência do projeto:	07/10/19 a 01/09/20
Espécie/Linhagem:	Suínos / Linhagem comercial
Nº de Animais:	29.600 animais
Peso/Idade:	7,3 – 23kg / 27 – 68 dias
Sexo:	14.800 machos e 14.800 fêmeas
Origem:	Granja particular


Elizabeth Schwegler
 Médica Veterinária (CRMV/RS 10058)
 Prof. EBTT (Siape nº 1046884)
 Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais do IFC - Campus Araquari
 Portaria nº 247/2018/Reitoria




Apêndice 04 - Galpão experimental com capacidade de alojamento para 1.800 animais na fase de creche. A) Vista interna do galpão; B) Sensor de velocidade do ar (acionamento automático das cortinas em resposta a ventos laterais); C) Vista externa do galpão e máquina de cortina automática; D) Sonda temperatura da água de bebida; E) Sonda de temperatura e umidade relativa.




Apêndice 05 - Programação 1º Workshop Pamplona Agropecuária com Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, realizado em 16 de outubro de 2020.





**1º Workshop PAMPLONA
Agropecuária com Pesquisa,
Desenvolvimento e
Inovação**


13h30  16/10/2020


 <https://us02web.zoom.us/j/86233482189>


13h30	Abertura	
13h45	Gustavo Lima (Agroceres PIC)	Ciência e prática na suinocultura. A origem da inovação
14h20	Daniela Bampi Orientador Ivan Bianchi	Bem-estar animal na produção de suínos
14h40	Yuso H. Tutida Orientadora Jalusa Deon Kich	Estratégias para reduzir o uso de antibióticos na produção de suínos
15h00	Marcelo F. Guths Orientador Ivan Bianchi	Cenário de suínos sem antibióticos via ração, é possível?

 fabricao.beker@pamplona.com.br

 (47) 9 88187100

 ivan.bianchi@ifc.edu.br

 (47) 9 96021512



**1º Workshop PAMPLONA
Agropecuária com Pesquisa,
Desenvolvimento e
Inovação**

15h20	Perguntas e intervalo	
15h40	Fabrício M. Beker Orientador Ivan Bianchi	Tecnologia embarcada para controle de ambiência em suínos
16h00	Bernardo Gesing Orientadora Fabiana Moreira	Inclusão de plasma sanguíneo na dieta e ação imunomoduladora
16h20	Thomaz Lucia Jr (REPROPEL-UFPeI)	O desafio de encontrar a pergunta a ser respondida em pesquisa inovadora
16h40	Rafael R. Ulguim (Setor de Suínos-UFRGS)	Pesquisa aplicada: desafios na estruturação e realização
17h00	Perguntas e encerramento	

Realização

